



TUGAS AKHIR - TE 145561

**RANCANG BANGUN PROSES PRODUKSI GAS
HIDROGEN (H₂) MELALUI ELEKTROLISIS AIR
MENGUNAKAN *BUCK CONVERTER* BERBASIS
MIKROKONTROLER ARDUINO**

Anton Putra Widyatama
NRP 2214039008

Dosen Pembimbing 1
Suwito, ST., MT.

Dosen Pembimbing 2
Onie Meiyanto, S.Pd.

PROGRAM STUDI ELEKTRONIKA INDUSTRI
Departemen Teknik Elektro Otomasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----



FINAL PROJECT - TE 145561

**DESIGN AND DEVELOPMENT OF HYDROGEN GAS
(H₂) PRODUCTION PROCESS THROUGH WATER
ELECTROLYSIS USING BUCK CONVERTER BASED
ON ARDUINO MICROCONTROLLER**

Anton Putra Widyatama
NRP 2214039008

Advisor 1
Suwito, ST., MT.

Advisor 2
Onie Meiyanto, S.Pd.

INDUSTRIAL ELECTRONICS STUDY PROGRAM
Electrical and Automation Engineering Department
Vocational Faculty
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya dengan judul "**Rancang Bangun Proses Produksi Gas Hidrogen (H_2) melalui Elektrolisis Air Menggunakan Buck Converter Berbasis Mikrokontroller Arduino**" adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Juli 2017

Anton Putra Widyatama
NRP 2214039008

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

**RANCANG BANGUN PROSES PRODUKSI GAS HIDROGEN
(H₂) MELALUI ELEKTROLISIS AIR MENGGUNAKAN *BUCK
CONVERTER* BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada
Program Studi Elektronika Industri
Departemen Teknik Elektro-Otomasi
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Suwito, ST., MT

NIP. 19810105 200501 1 004

Onie Meiyanto, S.Pd.

NIP. 19850501 201101 1 008

**SURABAYA
JULI, 2017**

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

RANCANG BANGUN PROSES PRODUKSI GAS HIDROGEN (H₂) MELALUI ELEKTROLISIS AIR MENGGUNAKAN *BUCK CONVERTER* BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO

Nama Mahasiswa : Anton Putra Widyatama
NRP : 2214 039 008
Dosen Pembimbing 1 : Suwito, ST., MT
NIP : 19810105 200501 1 004
Dosen Pembimbing 2 : Onie Meiyanto, S.Pd.
NIP : 19850501 201101 1 008

ABSTRAK

Hydrogen fuel cells menjadi salah satu sumber energi terbarukan yang sangat ramah lingkungan dikarenakan limbah dari hasil proses berupa H₂O atau uap air. *Hydrogen fuel cell* menggunakan bahan utama yaitu gas hidrogen. Gas hidrogen dapat diproduksi melalui stream reforming, gasifikasi biomasa, gasifikasi batubara dan elektrolisis air.

Pada tugas akhir ini dibuat sebuah alat untuk memproduksi gas hidrogen dengan metode elektrolisis air. Air diuraikan menjadi gas hidrogen dan gas oksigen dengan bantuan arus listrik yang melalui air tersebut. Hasil dari proses pengukuran akan diproses oleh mikrokontroler yang kemudian ditampilkan pada layar LCD. Selain itu keseluruhan hasil pengukuran dimonitoring oleh HMI.

Hasil dari pengujian berupa jumlah gas hidrogen (H₂) yang dihasilkan.. Pemilihan pengaturan besar arus yang stabil pada kondisi 3A pada buck converter dipilih karena pada pemberian besar arus 3A hasil produksi gas hydrogen (H₂) tergolong stabil, namun jika besar nilai arus lebih dari 3A, proses produksi akan menghasilkan uap air.

Kata Kunci : Gas Hidrogen, Elektrolisis Air, *Buck-Converter*

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

**DESIGN AND DEVELOPMENT OF HYDROGEN GAS (H₂)
PRODUCTION PROCESS THROUGH WATER
ELECTROLYSIS USING BUCK CONVERTER BASED ON
ARDUINO MICROCONTROLLER**

Nama Mahasiswa : Anton Putra Widyatama
NRP : 2214 039 008
Dosen Pembimbing 1 : Suwito, ST., MT
NIP : 19810105 200501 1 004
Dosen Pembimbing 2 : Onie Meiyanto, S.Pd.
NIP : 19850501 201101 1 008

ABSTRACT

Hydrogen fuel cells become one of the most environmentally friendly energy sources due to H₂O or moisture. Hydrogen fuel cells use the main ingredient of hydrogen gas. Hydrogen gas can be produced through stream reforming, biomass gasification, coal gasification and water electrolysis.

In this final project is made a tool to produce hydrogen gas with water electrolysis method. Water is broken down into hydrogen gas and oxygen gas with the help of an electric current through the water. Large electric current will be controlled by buck converter with the help of microcontroller. The result of the measurement process will be processed by the microcontroller which is then displayed on the LCD screen. In addition, the overall measurement results are monitored by HMI.

The result of the test is the amount of hydrogen gas (H₂) generated. The choice of a stable arrangement of a stable current in condition 3A in the buck converter is chosen because in the large current the 3A of hydrogen gas (H₂) is considered stable, but if the current value is greater than 3A, the production process will produce moisture.

Keywords :Hydrogen Gas, Water Electrolysis, Buck Converter

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam semoga selalu dilimpahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan guna menyelesaikan pendidikan Diploma pada Bidang Studi Elektro Industri, Program Studi D3 Teknik Elektro Industri, Jurusan D3 Teknik Elektro Otomasi, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan judul:

" RANCANG BANGUN PROSES PRODUKSI GAS HIDROGEN (H₂) MELALUI ELEKTROLISIS AIR MENGGUNAKAN *BUCK CONVERTER* BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO"

Dengan terselesaikannya Tugas Akhir ini, Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar - besarnya kepada :

1. Kedua orang tua yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan dengan tulus tiada henti.
2. Bapak Suwito, ST., MT. selaku dosen pembimbing.
3. Bapak Oni Meiyanto, S.Pd. selaku dosen pembimbing dari BLKIP.
4. Teman - teman Elektro Industri Angkatan 2014 yang selalu memberikan doa, semangat, dan dukungannya.
5. Semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari dan memohon maaf atas segala kekurangan pada Tugas Akhir ini. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dalam pengembangan keilmuan di kemudian hari.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
LEMBAR PENGESAHAN.....	vii
ABSTRAK.....	ix
<i>ABSTRACT</i>	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Perencanaan.....	2
1.5 Sistematika Laporan Tugas Akhir	2
1.6 Relevansi	3

BAB II TEORI PENUNJANG

2.1 Gas Hidrogen	5
2.2 Elektrolisis Air	5
2.2.1 Penggunaan Katalisator	6
2.2.2 Luas Permukaan tercelup	6
2.2.3 Sifat Logam Bahan Elektroda	7
2.2.4 Konsentrasi Pereaksi	7
2.3 Buck Converter	7
2.4 Arduino UNO.....	10
2.5 Sensor Arus	11
2.6 Sensor Gas Hidrogen.....	14
2.7 Sensor Suhu.....	15
2.8 Sensor Jarak	16
2.9 Accu Mobil	17

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Rancangan Alur Diagram Kerja Alat	19
3.2 Perancangan Penunjang Hardware.....	19
3.2.1 Perancangan <i>Box Control</i>	19
3.2.2 Desain Alat Elektrlisis Air	20

3.2.2.1 Posisi Elektroda.....	21
3.2.2.2 Katalisator	21
3.2.3 Desain alat Keseluruhan.....	22
3.3 Blok Fungsional Sistem	23
3.4 Pemrograman <i>Software Arduino</i>	24
3.5 Setting Port Arduino	25
3.6 Perancangan <i>Buck Converter</i>	25
3.7 Perancangan Induktor.....	27
3.8 Simulasi <i>Converter Open Loop</i>	28
3.9 Perancangan Driver Mosfet.....	29
3.10 Perancangan Sensor Tegangan.....	30
3.11 Perancangan Sensor Arus.....	31
3.12 Perancangan Pembacaan Sensor Sensor	
3.12.1 Flowchart Pembacaan Sensor Arus	32
3.12.2 Flowchart Pembacaan Sensor Gas Hidrogen	33
3.12.3 Flowchart Pembacaan Sensor Suhu	34
3.12.4 Flowchart Pembacaan Sensor Jarak	35

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA DATA

4.1 Pengujian Arduino UNO dengan Serial Monitor.....	38
4.1.1 Pengujian Sensor Ultrasonik.....	38
4.1.2 Pengujian Sensor Gas Hidrogen	40
4.1.3 Pengujian Sensor Suhu	41
4.1.4 Pengujian Sensor Gabungan	43
4.2 Pengujian Elektrolisis Air	45
4.2.1 Pengambilan Data Hasil Gas Hidrogen Menggunakan Power Supply.....	45
4.2.2 Pengambilan Data Hasil Gas Hidrogen Menggunakan Buck Converter	48
4.2.2.1 Pengambilan Data Keseluruhan dengan Soda Api 50 g.....	48
4.2.2.2 Pengambilan Data Keseluruhan dengan Soda Api 100 g.....	49
4.2.2.3 Pengambilan Data Keseluruhan dengan Soda Api 150 g.....	50
4.3 Pengujian <i>Buck Converter</i>	53
4.4 Pengujian PWM dan Driver MOSFET IRF4905	54

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran	55

DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN A	59
LAMPIRAN B	65
B.1 Pengambilan Data Proses Produksi Gas Hidrogen dengan Power Supply	65
B.2 Pengambilan Data Proses Produksi Gas Hidrogen dengan Buck Converter	66
LAMPIRAN C	67
C.1 Datasheet MQ-8	67
C.2 Datasheet DS18B20	68
C.3 Datasheet HC-SR04	69
C.4 Datasheet IRF4905	70
C.5 Datasheet MBR30100	71

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Proses Elektrolisis Air	6
Gambar 2.2	Rangkaian dasar Buck Converter	7
Gambar 2.3	Rangkaian Buck kondisi terbuka.....	8
Gambar 2.4	Rangkaian Buck kondisi tertutup	9
Gambar 2.5	Board Arduino Uno	10
Gambar 2.6	Pembagi Tegangan	12
Gambar 2.7	Gambar bentuk gelombang output PWM.....	13
Gambar 2.8	Sinyal Referensi (Sinyal Tegangan DC)	14
Gambar 2.9	Spesifikasi Sensor MQ-08.....	15
Gambar 2.10	DS18B20	16
Gambar 2.11	HC-SR04	17
Gambar 2.12	Accu Mobil.....	17
Gambar 3.1	Alur Proses Perancangan Alat	19
Gambar 3.2	Desain Box Control.....	20
Gambar 3.3	Desain Alat Elektrolisis	20
Gambar 3.4	Desain Elektroda	21
Gambar 3.5	Soda Api.....	22
Gambar 3.6	(a) Peletakan Alat Keseluruhan, (b) Spesifikasi dan Ukuran Meja	23
Gambar 3.7	Rangkaian Buck Converter	26
Gambar 3.8	Spesifikasi Inti Toroid.....	27
Gambar 3.9	Simulasi Rangkaian <i>Buck Converter</i> pada PSIM....	28
Gambar 3.10	Hasil Gelombang Output dari Simulasi <i>Buck Converter</i> dengan Input 21 V dan <i>Duty Cycle</i> 50%	28
Gambar 3.11	Rangkaian Driver Mosfet Mode Buck	29
Gambar 3.12	Skematik Pembagi Tegangan	30
Gambar 3.13	Rangkaian Sensor Arus	31
Gambar 3.14	Modul ACS 712 PWM.....	32
Gambar 3.15	<i>Flowchart</i> Pembacaan Sensor Arus	32
Gambar 3.16	<i>Flowchart</i> Pembacaan Sensor Gas Hidrogen	33
Gambar 3.17	<i>Flowchart</i> Pembacaan Sensor Suhu	34
Gambar 3.18	<i>Flowchart</i> Pembacaan Sensor Jarak.....	35
Gambar 4.1	Program Pengujian Sensor Gas Hidrogen	38
Gambar 4.2	Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik pada Serial Monitor.....	38
Gambar 4.3	Program Pengujian Sensor Gas Hidrogen	39
Gambar 4.4	Hasil Pngujian Sensor Gas Hidrogen pada Serial Monitor.....	40
Gambar 4.5	Program Pengujian Sensor Suhu	41
Gambar 4.6	Hasil Pengujian Sensor Suhu pada Serial Monitor..	42
Gambar 4.7	Program Pengujian Gabungan Ketiga Sensor	43

Gambar 4.8	Hasil Pengujian Keriga Sensor pada Serial Monitor	44
Gambar 4.9	Grafik Hasil Pengambilan Data Gas Hidrogen menggunakan Power Supply	47
Gambar 4.10	Grafik Hasil Pengambilan Data Gas Hidrogen menggunakan Soda Api 50g	48
Gambar 4.11	Grafik Hasil Pengambilan Data Gas Hidrogen menggunakan Soda Api 100g	49
Gambar 4.12	Grafik Hasil Pengambilan Data Gas Hidrogen menggunakan Soda Api 150g	51
Gambar 4.13	Skematik Rangkaian <i>Buck Converter</i>	51
Gambar 4.14	Pengujian Sinyal PWM	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Deskripsi Arduino	11
Tabel 2.1	Daftar PIN pada ACS712	11
Tabel 3.1	Konfigurasi Port Arduino	27
Tabel 4.1	Indikator Arus dan Tegangan	45
Tabel 4.2	Hasil Pengambilan Data Besar Gas Hidrogen menggunakan Power Supply	47
Tabel 4.3	Hasil Pengambilan Data Gas Hidrogen dengan Soda Api 50 g	48
Tabel 4.4	Hasil Pengambilan Data Gas Hidrogen dengan Soda Api 100 g	49
Tabel 4.5	Hasil Pengambilan Data Gas Hidrogen dengan Soda Api 150 g	50
Tabel 4.5	Nilai Hasil Pengujian Buck Konverter	51
Tabel 4.5	Hasil Pengukuran Sensor Tegangan	52

-----Halaman ini sengaja dikosongkan---

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kita tahu bahwa saat ini the top of world's issue adalah masalah Energi. Jika kita lihat di media internasional yang ada, sebagian besar dari mereka seringkali membahas topik tentang permasalahan energi. Dalam era globalisasi banyak muncul sumber energi baru atau sumber energi alternatif seperti misalnya biogas, biodisel, hydrogen fuel cell, dan lain lain. Untuk hydrogen fuel cell, sumber energi ini sudah digunakan di Jepang sebagai penggerak kendaraan bermotor seperti mobil. Dan saat ini di Indonesia sumber energi ini mulai dikembangkan sebagai pembangkit listrik. Sumber energi ini dikembangkan untuk menghindari atau mengurangi polusi udara. Dikarenakan hasil proses dari sumber energi ini berupa H_2O atau uap air, sedangkan beberapa pembangkit listrik lainnya menghasilkan CO_2 .

Telah diketahui bahwa bahan utama dari hydrogen fuel cell merupakan gas hidrogen. Dimana terdapat beberapa proses untuk memproduksi gas hidrogen itu sendiri salah satunya yaitu dengan elektrolisis air. Pada proses ini air diuraikan menjadi gas hidrogen dan gas oksigen dengan bantuan dari arus listrik yang melalui air tersebut.

Pada tugas akhir ini penulis memberikan alat ukur untuk membantu proses yang terjadi ada proses elektrolisis, alat ukur yang digunakan adalah sensor suhu yang digunakan untuk mengukur suhu dari proses elektrolisis, sensor gas hidrogen yang digunakan untuk menghitung banyaknya gas hidrogen yang dihasilkan juga sensor jarak untuk mengukur level air yang dibutuhkan pada proses elektrolisis. Selain itu penulis melakukan pengaturan arus yang akan digunakan untuk mengatur jumlah gas yang akan dihasilkan. Pengaturan arus dilakukan dengan menggunakan *Buck Converter*.

1.2 Rumusan Masalah

Pada Tugas Akhir ini permasalahan yang dibahas adalah belum adanya sistem monitoring yang tepat pada proses produksi gas hidrogen melalui elektrolisis air. Padahal gas hidrogen merupakan gas yang paling mudah terbakar dan mudah meledak di udara terutama ketika bereaksi dengan oksidan. Pada suhu tinggi gas ini tergolong gas yang sangat reaktif. Pada proses produksinya air merupakan bahan utama untuk menghasilkan gas hidrogen. Oleh

karena itu monitoring suhu, jumlah gas dan level yang tepat sangatlah dibutuhkan untuk proses produksi gas hidrogen.

Pada proses elektrolisis ini air diuraikan menjadi gas hidrogen dan gas oksigen dengan bantuan dari arus listrik yang melalui air tersebut. Semakin besar arus yang melalui air maka semakin besar pula gas yang dihasilkan, namun jika arus yang diberikan terlalu besar maka hasil dari proses akan berupa uap air. Dengan demikian maka perlu dilakukannya kontrol pada arus yang diberikan untuk mengatur berapa banyak gas yang akan dihasilkan.

1.3 Batasan Masalah

Dari perumusan masalah tersebut, maka batasan masalah dari tugas akhir ini adalah :

- Elektrolisis air sebagai proses produksi gas hidrogen
- Tidak membahas mengenai perubahan reaksi kimia pada elektrolisis air
- Pengaturan arus yang dibutuhkan dengan menggunakan buck converter
- Monitoring suhu, gas, level air dan besar arus pada proses produksi gas hidrogen
- Mikrokontroller menggunakan Arduino Uno

1.4 Tujuan Perencanaan

Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan control arus dan monitoring terhadap proses produksi gas hidrogen (H_2) dengan metode elektrolisis air.

1.5 Sistematika Laporan Tugas Akhir

Sistematika pembahasan tugas akhir ini terdiri dari lima bab, yaitu pendahuluan, teori penunjang, perencanaan dan pembuatan alat, pengujian dan analisa alat, serta penutup.

Bab I : PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas tentang latar belakang permasalahan, permasalahan, tujuan, sistematika laporan, serta relevansi.

Bab II : TEORI PENUNJANG

Pada bab ini membahas tentang teori penunjang yang mendukung dalam perencanaan pembuatan alat meliputi definisi dari proses elektrolisis air, teori *buck converter*,

aplikasi dan perancangan mikrokontroler dan fungsi fungsi dari prinsip lainnya.

Bab III : PERENCANAAN SISTEM KONTROL

Membahas tentang perencanaan dan pembuatan perangkat keras (*hardware*) yang meliputi perangkaian proses produksi gas hidrogen (H₂), pembuatan kotak *buck converter*, perancangan mikrokontroler, perancangan sensor. Serta perangkat lunak (*software*) berupa program untuk membangkitkan PWM (*Pulse Width Modulation*) pada Mikrokontroler Arduino.

Bab IV : PENGUJIAN DAN ANALISA ALAT

Membahas tentang pengukuran, pengujian, dan penganalisaan terhadap komponen-komponen fisik seperti pengukuran tegangan pada input maupun output, pengukuran arus output, pengujian *duty cycle*, pengujian pembacaan sensor suhu, sensor arus, sensor level air serta hasil produksi gas yang ditampilkan pada LCD.

Bab V : PENUTUP

Menjelaskan tentang kesimpulan dari tugas akhir ini dan saran-saran untuk pengembangan alat ini lebih lanjut

1.6 Relevansi

Memberikan informasi tentang produksi gas hidrogen melalui proses elektrolisis air dan juga melakukan pengaturan besar arus dan monitoring terhadap proses keseluruhan dari elektrolisis air beserta hasilnya.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB II

TEORI PENUNJANG

2.1 Gas Hidrogen (H_2)

Hidrogen adalah gas yang tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa. Hidrogen memiliki sifat sangat mudah terbakar dan membakar dengan api tak terlihat. Hidrogen akan menyebabkan Luka bakar ketika terjadi kontak dengan oksigen.

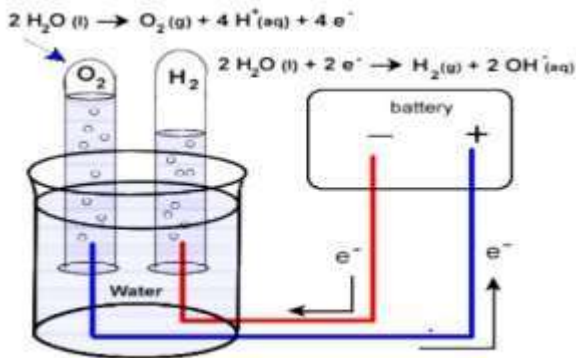
Hidrogen merupakan unsur yang sangat aktif secara kimia, sehingga jarang sekali ditemukan dalam bentuk bebas. Di alam, hidrogen terdapat dalam bentuk senyawa dengan unsur lain, seperti dengan oksigen dalam air atau dengan karbon dalam metana. Sehingga untuk dapat memanfaatkannya, hidrogen harus dipisahkan terlebih dahulu dari senyawanya agar dapat digunakan sebagai bahan bakar. Ada beberapa metode pembuatan gas hidrogen, yaitu :

- Stream Reforming
- Gasifikasi Biomasa
- Gasifikasi Batubara
- Elektrolisis Air

Dari keempat metode tersebut elektrolisis air merupakan salah satu metode yang mudah derapkan. Hal ini dikarenakan bahan utama dari metode ini mudah didapatkan dan proses pembuatannya tergolong mudah dibandingkan dengan metode-metode lainnya.

2.2 Elektrolisis Air

Elektrolisis air adalah peristiwa penguraian senyawa air (H_2O) menjadi oksigen (O_2) dan hidrogen gas (H_2) dengan menggunakan arus listrik yang melalui air tersebut. Gas hidrogen dan oksigen yang dihasilkan dari reaksi ini membentuk gelembung pada elektroda dan dapat dikumpulkan. Prinsip ini kemudian dimanfaatkan untuk menghasilkan hidrogen yang dapat digunakan sebagai bahan bakar kendaraan hydrogen. Dengan menggunakan energi dari *Accu*, Air (H_2O) dapat dipisahkan ke dalam molekul diatomik hidrogen (H_2) dan oksigen (O_2). Pada proses elektrolisis diperlukan zat elektrolit sebagai katalisator larutan, pada percobaan yang dilakukan dipilih soda api sebagai katalisator yang digunakan untuk campuran air pada proses elektrolisis air.



Gambar 2.1 Proses Elektrolisis Air

Faktor yang mempengaruhi elektrolisis antara lain :

2.2.1 Penggunaan Katalisator

Senyawa-senyawa seperti asam, basa dan garam yang dapat menghantarkan arus listrik dapat digunakan dalam proses elektrolisis. Penggunaan senyawa-senyawa tersebut berfungsi mempermudah proses penguraian air menjadi hidrogen dan oksigen karena ion-ion katalisator mampu mempengaruhi kestabilan molekul air menjadi menjadi ion H^+ dan OH^- yang lebih mudah di elektrolisis karena terjadi penurunan energy pengaktifan.

Pada umumnya proses elektrolisis yang dilakukan untuk menghasilkan gas oksigen dan gas hidrogen menggunakan larutan alkali. Larutan alkali yang umum digunakan adalah larutan NaOH dan KOH . Larutan tersebut merupakan elektrolit kuat yang dapat menghantarkan arus listrik dengan baik. Secara teoritis, pemberian potensial energi lebih dari 5V akan menghasilkan gas oksigen, gas hidrogen dan logam kalium.

2.2.2 Luas Permukaan Tercelup

Semakin banyak luas yang semakin banyak menyentuh elektrolit maka semakin mempermudah suatu elektrolit untuk mentransfer elektronnya. Sehingga terjadi hubungan sebanding jika luasan yang tercelup sedikit maka semakin mempersulit elektrolit untuk melepaskan electron dikarenakan sedikitnya luas penampang penghantar yang menyentuh elektrolit. Sehingga transfer elektron bekerja lambat dalam

mengelektrolisis elektrolit

2.2.3 Sifat Logam Bahan Elektroda

Penggunaan medan listrik pada logam dapat menyebabkan seluruh elektron bebas bergerak dalam metal, sejajar, dan berlaawan arah dengan arah medan listrik. Ukuran dari kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan arus listrik. Pada proses elektrolisis air logam stainless steel sering digunakan karena kromium memiliki peran untuk mencegah proses korosi (pengkaratan logam).

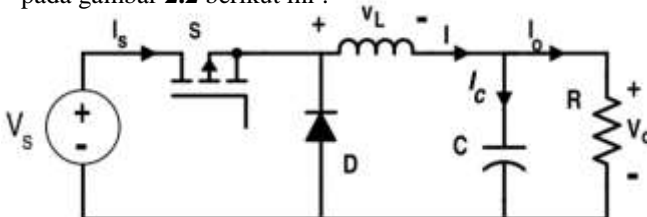
2.2.4 Konsentrasi Pereaksi

Semakin besar konsentrasi suatu larutan pereaksi maka akan semakin besar pula laju reaksinya. Ini dikarenakan dengan prosentase katalis yang semakin tinggi dapat mereduksi hambatan pada elektrolit. Sehingga transfer electron dapat lebih cepat meng-elektrolisis elektrolit dan didapat ditarik garis lurus bahwa terjadi hubungan sebanding terhadap prosentase katalis dengan transfer elektron.

2.3 Buck Converter

Buck-converter adalah konverter penurun tegangan khusus yang menerapkan sistem SMPS (*Switching Mode Power Supply*). Ia adalah konverter dengan efisiensi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan power-supply penurun tegangan biasa (sistem linier). Efisiensinya dapat mencapai lebih dari 90%. *Buck-converter* memanfaatkan sifat induktor terhadap guncangan listrik berfrekwensi tinggi dan bekerja dengan adanya denyut-denyut tegangan (sebagaimana layaknya SMPS). Karena itu di dalam sebuah rangkaian *buck-converter* selalu terdapat generator sinyal, transistor penguat, dioda, kondensator dan inductor.

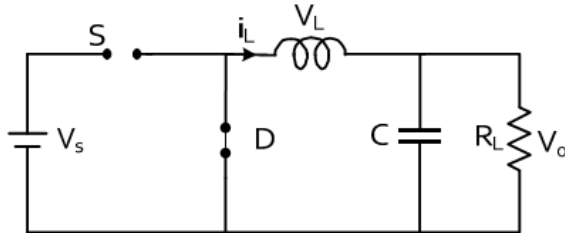
Konsep dasar rangkaian buck converter dapat dilihat seperti pada gambar 2.2 berikut ini :



Gambar 2.2 Rangkaian dasar Buck Converter

Gambar 2.2 menjelaskan tentang switch pada Buck-Converter. Switch tersebut akan bekerja secara terus-menerus. Kecepatan Switch (dalam realisasinya) akan tergantung pada Duty Cycle dan frekuensi yang digunakan. Adapun Prinsip kerja dari buck converter ini terbagi menjadi 2 mode yaitu :

2.3.1 Analisa Untuk Switch Terbuka



Gambar 2.3 Rangkaian Buck kondisi terbuka

Pada gambar 2.3 merupakan kondisi saat *switch* dalam kondisi terbuka. Ketika *switch* terbuka, output mendapat energi dari input dan juga dari induktor, oleh karena itu output i.

Tegangan inductor adalah:

$$V_L = -V_o$$

$$V_L = L \frac{di_L}{dt}$$

$$\frac{di_L}{dt} = \frac{-V_o}{L}$$

Perubahan pada arus induktor adalah:

$$\frac{di_L}{dt} = \frac{\Delta i_L}{\Delta t}$$

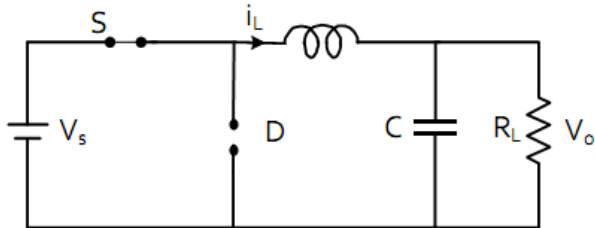
$$\frac{di_L}{dt} = \frac{\Delta i_L}{(1-D)T}$$

$$\frac{di_L}{dt} = \frac{-V_o}{L}$$

Penyelesaian untuk Δi_L untuk switch terbuka adalah:

$$\Delta i_L (\text{open}) = \frac{(-V_o) (1 - D) T}{L}$$

2.3.2 Analisa Untuk Switch Tertutup



Gambar 2.4 Rangkaian Buck kondisi tertutup

Pada gambar 2.4 merupakan kondisi saat *switch* dalam kondisi tertutup. Ketika *switch* tertutup dioda pada posisi *reverse bias*. Output terisolasi dan input menyuplai energi ke induktor.

Tegangan inductor adalah:

$$V_L = V_s - V_o$$

$$V_L = L \frac{di_L}{dt}$$

$$\frac{di_L}{dt} = \frac{V_s - V_o}{L}$$

Perubahan pada arus inductor adalah

$$\frac{di_L}{dt} = \frac{\Delta i_L}{\Delta t}$$

$$\frac{di_L}{dt} = \frac{D T}{L}$$

$$\frac{di_L}{dt} = \frac{V_s - V_o}{L}$$

Penyelesaian untuk Δi_L untuk switchter tutup adalah:

$$\Delta i_L (\text{closed}) = \frac{(V_s - V_o) D T}{L}$$

Keterangan :

V_s = Tegangan input

V_o = Tegangan output
 L = Induktansi lilitan
 $\frac{diL}{dt}$ = Perubahan arus magnetisasi tiap satuan waktu
 D = Duty cycle
 T = Periode
 ΔI_L = Arus rata-rata inductor

2.4 Arduino UNO

Arduino Uno R3 adalah papan pengembangan (development board) mikrokontroler yang berbasis chip ATmega328P. Disebut sebagai papan pengembangan karena board ini memang berfungsi sebagai arena prototyping sirkuit mikrokontroler. Dengan menggunakan papan pengembangan, anda akan lebih mudah merangkai rangkaian elektronika mikrokontroler dibanding jika anda memulai merakit ATmega328 dari awal di breadboard. Arduino Uno memiliki 14 digital pin input / output (atau biasa ditulis I/O, dimana 6 pin diantaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 pin input analog, menggunakan crystal 16 MHz, koneksi USB, jack listrik, header ICSP dan tombol reset. Hal tersebut adalah semua yang diperlukan untuk mendukung sebuah rangkaian mikrokontroler.



Gambar 2.5 Board Arduino Uno

Spesifikasi Arduino UNO

Chip mikrokontroler	ATmega328P
Tegangan operasi	5V
Tegangan input (yang direkomendasikan, via jack DC)	7V - 12V
Tegangan input (limit, via jack DC)	6V - 20V
Digital I/O pin	14 buah, 6 diantaranya menyediakan PWM

Analog Input pin	6 buah
Arus DC per pin I/O	20 mA
Arus DC pin 3.3V	50 mA
Memori Flash	32 KB, 0.5 KB telah digunakan untuk bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock speed	16 Mhz
Dimensi	68.6 mm x 53.4 mm
Berat	25 g

Tabel 2.1 Deskripsi Arduino UNO

2.5 Sensor Arus

Sensor arus adalah salah satu produk dari allegro untuk solusi ekonomis dan presisi dalam pengukuran arus AC maupun DC. Sensor ini memiliki presisi, *low*-offset, dan rangkaian sensor linier hall dengan konduksi tembaga yang ditempatkan dengan permukaan dari aliran arus yang disensor. Ketika arus mengalir pada permukaan konduktor maka akan menghasilkan medan magnet yang dirasakan oleh *IC Hall Effect* yang terintegrasi kemudian oleh piranti tersebut dapat dirubah ke tegangan. Sensor ini memungkinkan untuk tidak menggunakan *optoisolator* karena antara terminal input arus dengan outputnya sudah terisolasi secara kelistrikannya. Hal ini karena yang dirasakan atau yang disensor adalah efek hall dari arus input yang disensor.

Nomor pin	Nama	Deskripsi
1 dan 2	IP+	Arus input yang disensor
3 dan 4	IP-	Arus input yang disensor
5	GND	Ground
6	FILTE R	Eksternal Kpasitor
7	VOUT	Output Analog
8	VCC	Terminal Catu Daya (5V)

Tabel 2.2 Daftar PIN pada ACS712

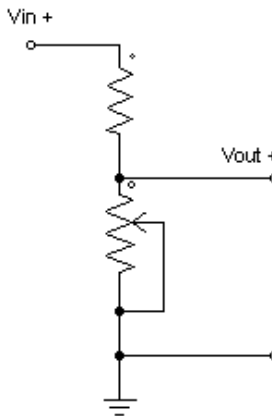
Tabel 2.2 merupakan daftar PIN pada ACS 712 baik 5 A maupun 20 A ataupun lainnya. Kaki atau pin pada ACS terdapat 8 pin dengan masing masing fungsi sesuai tabel 2.2.

2.6 Sensor Tegangan

Rangkaian sensor tegangan merupakan rangkaian yang difungsikan sebagai pembaca tegangan keluar atau masuk suatu rangkaian. Ada beberapa cara untuk membaca tegangan, diantaranya menggunakan transformator penurun tegangan atau pembagi tegangan menggunakan resistor. Pada proyek akhir ini terdapat dua buah sensor tegangan, dimana sensor ini berfungsi untuk melihat tegangan yang akan disensor yaitu tegangan keluaran pada *photovoltaic* dan tegangan keluaran dari rangkaian buck converter, sensor tegangan yang digunakan adalah *voltage divider* yang tersusun dari dua buah resistor yang disusun secara seri seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.14. Tegangan input dari *photovoltaic* dilihat dan digunakan untuk mengatur tegangan output *converter*.

Sesuai dengan namanya yaitu *voltage divider*, fungsi resistor disini adalah untuk membagi tegangan input dari *solar cell* sehingga dapat dibaca oleh mikrokontroler. Tegangan input perlu dibagi, karena tegangan input mikrokontroler hanya mencapai 5 volt saja.

Dari gambar 2.14 didapat bahwa arus (I) yang mengalir di R1 dan R2 adalah sama. Tegangan pada R1 dan R2 berbeda tergantung besar resistansi masing-masing tahanan.



Gambar 2.6 Pembagi Tegangan

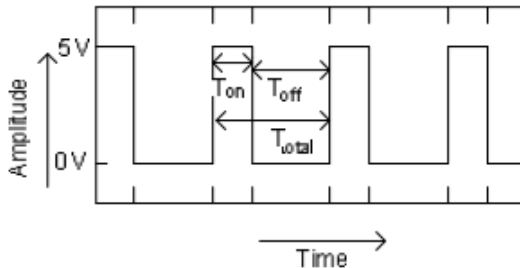
Tegangan output merupakan tegangan yang akan terbaca pada ADC mikrokontroler yang besarnya adalah :

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_{in} \dots\dots\dots (2.29)$$

2.7 Pulse Width Modulation (PWM)

PWM merupakan sebuah mekanisme untuk membangkitkan sinyal keluaran yang periodenya berulang antara high dan low dimana kita dapat mengontrol durasi sinyal high dan low sesuai dengan yang kita inginkan. *Duty cycle* merupakan prosentase periode sinyal high dan periode sinyal, prosentase *duty cycle* akan berbanding lurus dengan tegangan rata-rata yang dihasilkan. Pengaturan lebar pulsa modulasi atau PWM merupakan salah satu teknik yang banyak digunakan dalam sistem kendali (*control system*) saat ini. Pengaturan lebar modulasi dipergunakan di berbagai bidang yang sangat luas, salah satu diantaranya adalah :*speed control* (kendali kecepatan), *power control* (kendali sistem tenaga).

Modulasi lebar pulsa (PWM) dicapai/diperoleh dengan bantuan sebuah gelombang kotak yang mana siklus kerja (*duty cycle*) gelombang dapat diubah-ubah untuk mendapatkan sebuah tegangan keluaran yang bervariasi yang merupakan nilai rata-rata dari gelombang tersebut.



Gambar 2.7 Gambar bentuk gelombang output PWM

Gambar 2.7 adalah bentuk gelombang output, dimana T_{on} adalah waktu dimana tegangan keluaran berada pada posisi tinggi (baca: high atau 1) dan, T_{off} adalah waktu dimana tegangan keluaran berada pada posisi rendah (baca: low atau 0). Anggap T_{total} adalah waktu satu siklus atau penjumlahan antara T_{on} dengan T_{off} , biasa dikenal dengan istilah “*periode satu gelombang*”.

$$T_{total} = T_{on} + T_{off}$$

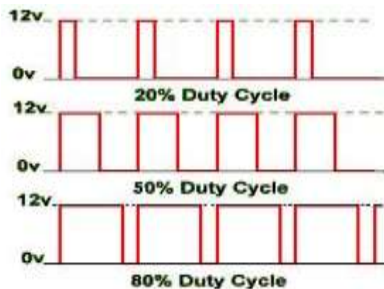
Siklus kerja atau *duty cycle* sebuah gelombang di definisikan sebagai,

$$D = \frac{T_{on}}{T_{on} + T_{off}} = \frac{T_{on}}{T_{total}}$$

Dari rumus diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa tegangan

keluaran dapat diubahubah secara langsung dengan mengubah nilai Ton. Apabila Ton adalah 0, Vout juga akan 0. Apabila Ton adalah Ttotal maka Vout adalah Vin atau katakanlah nilai maksimumnya.

PWM bekerja sebagai switching power suplai untuk mengontrol on dan off. Tegangan dc di konvert menjadi sinyal kotak bolak balik, saat on mendekati tegangan puncak dan saat off mrnjadi nol (0) volt. Jika frekuensi switching cukup tinggi maka temperature (suhu) air yang dikendalikan akan semakin sesuai dengan yang diharapkan. Dengan mengatur *duty cycle* dari sinyal (modulasi lebar pulsa dari sinyal disebabkan oleh PWM). Terlihat pada gambar di bawah *sinyal ref* adalah sinyal tegangan dc yang dikonversi oleh *sinyal gergaji* dan menghasilkan *sinyal kotak*.



Gambar 2.8 Sinyal Referensi (Sinyal Tegangan DC)

Gambar 2.8 merupakan bentuk output dari suatu sinyal PWM. Untuk membangkitkan sinyal PWM adalah dengan menggunakan *fungsi timer/counter* yang dibandingkan nilainya dengan sebuah register tertentu.

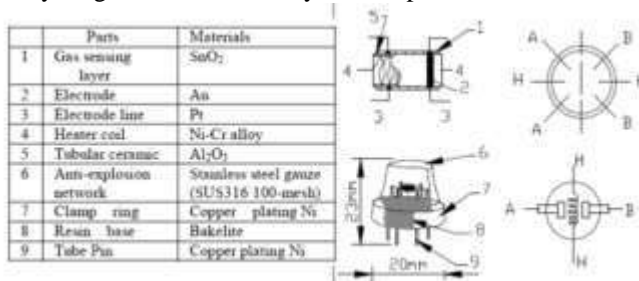
2.8 Sensor Gas Hidrogen

Sensor Gas Hidrogen (MQ-8) adalah salah satu sensor gas yang memiliki sensitivitas tinggi terhadap gas hidrogen. Sensor ini juga memiliki kepekaan terhadap alkohol, gas LPG dan asap masakan namun kecil kepekaannya. Sensor ini bekerja dengan stabil dan mempunyai umur yang panjang dalam pemakaiannya. Sensor ini dapat digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas pada peralatan rumah tangga maupun industri. Jika molekul gas H₂ mengenai permukaan sensor maka satuan resistansinya akan mengecil sesuai dengan konsentrasi gas, sebaliknya jika konsentrasi gas menurun akan diikuti dengan semakin tingginya resistansi maka tegangan keluarannya akan menurun. Pengaruh perubahan konsentrasi gas

dapat mengubah nilai resistansi sensor dan juga akan mempengaruhi tegangan keluarannya, sehingga perbedaan inilah yang dijadikan acuan bagi pendeteksi gas berbahaya ini. Spesifikasi dari sensor MQ-8 ini adalah sebagai berikut:

- Target Gas : Gas Hidrogen (H₂)
- Output : Resistance (tahanan)
- Range pendeteksian : 100 - 10000 ppm
- Pemanasan tegangan : $5V \pm 0.1$ (DC/AC)
- Tegangan Rangkaian : $5V \pm 0.1$ (DC/AC)

Sensor MQ-8 disusun oleh tabung keramik mikro Al₂O₃, Dioksida Tin (SnO₂) untuk lapisan sensitif, pengukur elektroda dan pemanas yang mejadi lapisan kulit yang dibuat oleh jaring plastik dan stainless steel. Pemanas menyediakan kondisi kerja yang diperlukan untuk pekerjaan sensitif komponen. Sensor MQ-8 memiliki 6 pin, 4 pin digunakan untuk mengambil sinyal, dan 2 pin lainnya digunakan untuk menyediakan pemanasan.



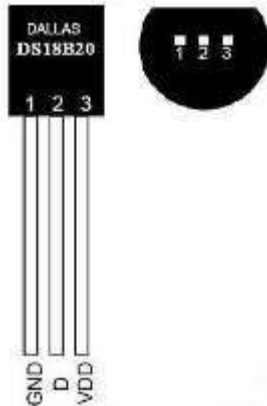
Gambar 2.9 Spesifikasi Sensor MQ-08

2.9 Sensor Suhu

DS1820 adalah sensor suhu jenis digital, Sensor suhu ini telah memiliki keluaran digital meskipun bentuknya kecil (TO-92), cara untuk mengaksesnya adalah dengan metode *serial/wire*. Sensor ini sangat menghemat pin *port* mikrokontroler, karena 1 pin *port* mikrokontroler dapat digunakan untuk berkomunikasi dengan beberapa divais lainnya. Sensor ini juga memiliki tingkat akurasi cukup tinggi, yaitu 0,5°C pada rentang suhu -10°C hingga +85°C, sehingga banyak dipakai untuk aplikasi sistem pemantauan suhu. Aplikasi-aplikasi yang berhubungan dengan sensor seringkali membutuhkan ADC dan beberapa pin port mikrokontroler namun pada DS18B20 ini tidak dibutuhkan ADC agar dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler.

Spesifikasi lain dari DS18B20 adalah sebagai berikut:

- Memiliki kode serial 64-bit yang unik
- Dapat beroperasi tanpa *Power supply* dari luar
- *Power supply* 3-5,5 V. Dapat diperoleh dari aliran data.
- Pengukuran temperatur dari -55oC-+125oC
- Resolusi ADC: 9-bit.
- Waktu konversi: maks. 750 ms.



Gambar 2.10 DS18B20

2.10 Sensor Jarak

Sensor HC-SR04 adalah sensor pengukur jarak berbasis gelombang ultrasonik. Pada pembuatan alat, sensor ini bertindak untuk mengukur besar jarak level air yang berkurang pada proses elektrolisis. Prinsip kerja sesnsor ini mirip dengan radar ultrasonik. Gelombang ultrasonik di pancarkan kemudian di terima balik oleh receiver ultrasonik. Jarak antara waktu pancar dan waktu terima adalah representasi dari jarak objek. Sensor ini cocok untuk aplikasi elektronik yang memerlukan deteksi jarak termasuk untuk sensor pada robot.

Spesifikasi:

- Jangkauan deteksi: 2cm sampai kisaran 400 -500cm
- Sudut deteksi terbaik adalah 15 derajat
- Tegangan kerja 5V DC
- Resolusi 1cm
- Frekuensi Ultrasonik 40 kHz
- Dapat dihubungkan langsung ke kaki mikrokontroler



Gambar 2.11 HC-SR04

2.11 Accu Mobil

Akumulator (*accu*, *aki*) adalah sebuah alat yang dapat menyimpan energi (umumnya energi listrik) dalam bentuk energi kimia. *Accu* digunakan sebagai sumber energy listrik dalam proses produksi gas hydrogen (H_2). Di dalam standar internasional setiap satu cell akumulator memiliki tegangan sebesar 2 volt. sehingga aki 12 volt, memiliki 6 cell sedangkan aki 24 volt memiliki 12 cell. Aki banyak digunakan pada sepeda motor maupun mobil. Aki termasuk sel sekunder, karena selain menghasilkan arus listrik, aki juga dapat diisi arus listrik kembali. secara sederhana aki merupakan sel yang terdiri dari elektrode Pb sebagai anode dan PbO_2 sebagai katode dengan elektrolit H_2SO_4



Gambar 2.12 Accu Mobil

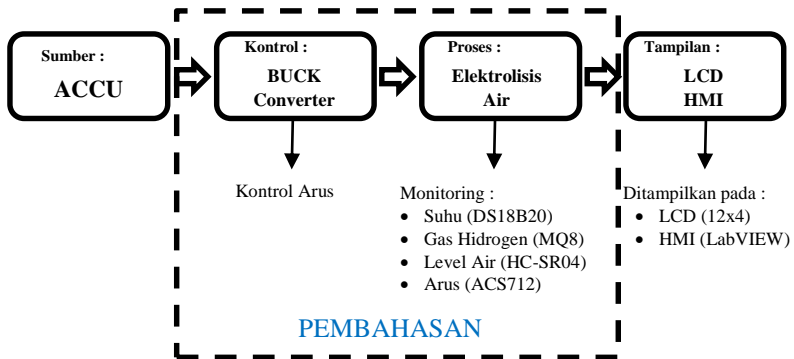
-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB III

PERANCANGAN SISTEM KONTROL

Pada bab ini dibahas mengenai Kontrol arus menggunakan *buck-converter* dan perancangan sensor. Hal tersebut guna mewujudkan tugas akhir yang berjudul “Rancang Bangun Proses Produksi Gas Hidrogen (H_2) melalui Elektrolisis Air Menggunakan *Buck-Converter* Berbasis Mikrokontroler Arduino”.

3.1 Rancangan Alur Diagram Kerja Alat

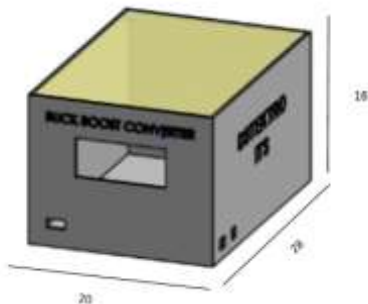


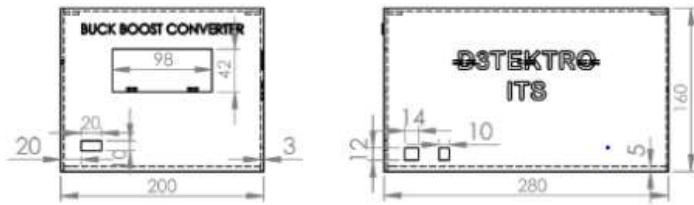
Gambar 3.1 Alur Proses Perancangan Alat

3.2 Perancangan Penunjang Hardware

Perancangan Penunjang hardware terdiri dari perancangan *box control*.

3.2.1 Perancangan *Box Control*



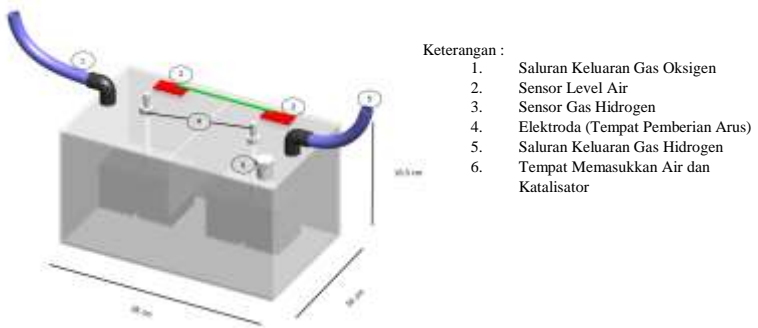


Gambar 3.3 Desain Box Control

Box control terbuat dari *acrylic* warna hitam dengan tebal 4mm dan dibentuk kubus dengan ukuran 28cm x 20cm x 16cm. *Box control* berisi rangkaian elektronik meliputi rangkaian *buck converter*, rangkaian *voltage divider*, rangkaian sensor arus, arduino uno, lcd 20x4

Bagian depan *box control* dipasang LCD berukuran 20x4 yang berfungsi untuk menampilkan informasi pembacaan hasil produksi gas H₂, sensor suhu, sensor jarak, dan luaran arus (arus output). Dan push botton untuk menghidupkan dan mematikan box. Bagian samping kiri, untuk pemasangan laptop sebagai media untuk HMI (LabVIEW). Bagian samping kanan dipasang terminal untuk menyambungkan ke proses elektrolisis air yaitu bagian sensor sensor. Bagian belakang di pasang terminal untuk menyambungkan ke sumber accu serta output dari buck converter ke proses elektrolisis air.

3.3.2 Desain Alat Elektrolisis

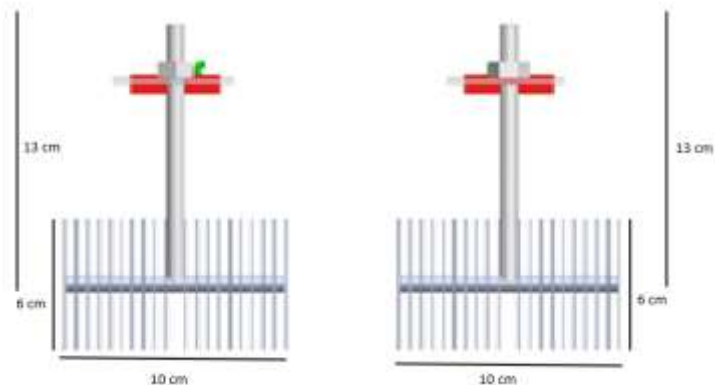


Gambar 3.3 Desain Alat Elektrolisis

Alat elektrolisis terbuat dari *acrylic* bening dengan tebal 3 mm dan dibentuk kubus dengan ukuran 28 cm x 16,5 cm x 16 cm. Bahan *acrylic* dipilih karena beratnya yang ringan dan tidak mudah pecah ataupun meleleh pada suhu tertentu.

Pada pembuatan alat ini di bagian dalam alat elektrolisis dipasang elektroda. Pada bagian tutup atasnya dipasang sensor sensor yang berfungsi untuk monitoring proses produksi, selain itu juga di pasang lubang udara untuk keluarnya hasil proses elektrolisis dan juga lubang untuk memasukkan cairan elektrolisis. Bagian depan alat dipasang dipasang kran air untuk mengeluarkan atau mengganti sisa cairan elektrolisis.

3.3.2.1 Bentuk dan Posisi Elektroda



Gambar 3.4 Bentuk dan Posisi Elektroda

Elektroda berperan sebagai tempat berlangsungnya reaksi. Seluruh bagian elektroda pada percobaan ini terbuat dari bahan *stainless steel*. *Stainless steel* dipotong dengan bentuk persegi yang memiliki luasan 6 x 6 cm². Yang disusun berlapis- lapis, dimana setiap elektroda memiliki 14 lapisan. Bahan *stainless steel* dipilih dalam pembuatan alat ini dikarenakan jenis bahan ini memiliki tingkat korosi yang rendah ketika bereaksi dengan katalisator baik yang bersifat asam, basa ataupun garam.

3.3.2.2 Katalisator yang Digunakan



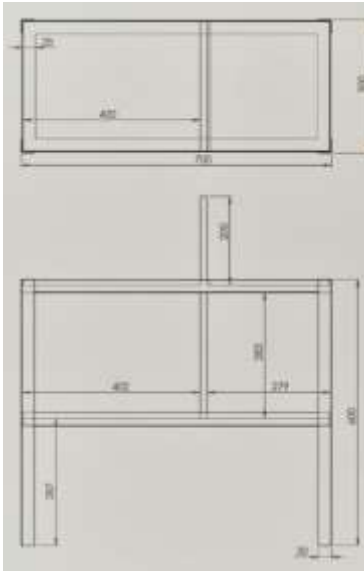
Gambar 3.5 Soda Api

Katalisator yang digunakan pada percobaan ini merupakan soda api, dimana soda api merupakan salah satu bahan kimia yang termasuk dalam golongan basa kuat. Fungsi dari soda api ini yaitu untuk mempermudah proses penguraian air menjadi hidrogen dan oksigen.

3.3.3 Desain Alat Keseluruhan



(a)

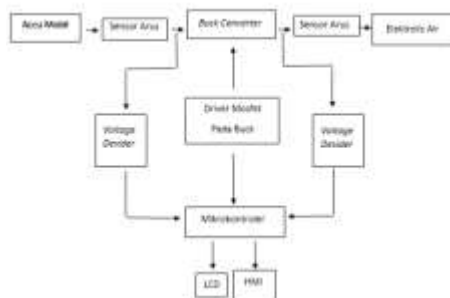


(b)

Gambar 3.6 (a) Peletakan Alat Keseluruhan, (b) Spesifikasi Ukuran Meja

Pada desain alat keseluruhan seluruh alat diatur pada sebuah meja berukuran 60 cm x 40 cm x 60 cm. dengan posisi peletakan seperti gambar diatas.

3.3 Blok Fungsional Sistem



Gambar 3.7 Blok Fungsional Sistem Produksi Gas Hidrogen (H_2)

Sistem produksi gas hydrogen (H_2) menggunakan *accu* mobil 12V 35Ah sebagai sumber energy listrik. Proses Elektrolisis air membutuhkan 3A untuk menghasilkan produksi gas paling optimal. Oleh karena itu, diperlukan rangkaian *Buck Converter* guna untuk menurunkan tegangan sekaligus besar arus supaya tetap stabil pada 3 Ampere.

Rangkaian Buck Converter ini dikendalikan oleh mikrokontroler arduino uno. Sumber tegangan Mikrokontroler Arduino berasal dari luaran *accu* mobil yang diregulasi dengan dc to dc voltage regulator.

Mikrokontroler arduino uno menghasilkan PWM untuk mengatur switch mosfet pada *buck converter*. Terdapat mosfet pada *buck converter*. Keluaran pada *accu* mobil yaitu tetap sebesar 12V 35A, maka mosfet mode *buck switching*.

Voltage divider mengirimkan sinyal ke mikrokontroler untuk mengubah *duty cycle* PWM secara otomatis. Sensor arus mengirim sinyal ke mikrokontroler untuk menunjukkan arus yang mengalir pada sumber dan luaran *buck converter*.

Arus luaran yang telah stabil sebesar 3 Ampere digunakan untuk proses elektrolisis air.

3.4 Pemrograman Software Arduino

Pemrograman *software* arduino dirancang dengan menggunakan *software* yang bernama arduino dengan menggunakan bahasa pemrograman C. Arduino sangatlah berbeda sekali dengan mikrokontroller karena bahasa ini lebih mudah digunakan dari pada mikrokontroller. Karena dalam arduino sudah terdapat beberapa *library* yang sudah digunakan untuk merancang pemrograman yang diinginkan.

Dalam perancangan program pada *software* arduino dengan fungsi terkait diperlukan beberapa tahapan yang harus dilakukan terlebih dahulu. Tahapan tersebut adalah membuat algoritma dari alat yang sudah kita jalankan setelah membuat *flowchart* dari algoritma kita tersebut agar alat terlebih lebih sederhana. Gambar *flowchart* program Arduino dapat dilihat pada Lampiran D Gambar D.2. Setelah itu barulah kita memprogram fungsi terkait yang dikodingkan dalam bahasa C.

Untuk memprogram arduino juga harus dilakukan beberapa tahapan:

- A. **Setting Board Arduino.** Dalam pemrograman *software* arduino harus di *setting* terlebih dahulu *board* arduino agar penggunaan arduino cocok. Dalam purwarupa kali ini arduino menggunakan Arduino UNO R3. Untuk *setting board* arduino bisa masuk ke *tools – board* – setelah itu pilihlah *board* arduino yang sesuai:

- B. **Setting Serial.** *Serial* ini merupakan kabel arduino yang dihubungkan kepada komputer atau laptop. *Serial* ini mempunyai dua fungsi yang bisa digunakan. Pertama *serial port* digunakan untuk mendownload program dari arduino yang kedua *serial* digunakan sebagai komunikasi *serial* pada arduino dengan komputer. *Setting serial* bisa masuk *tools – serial* - lalu pilih COM yang sesuai dengan arduino yang terpasang.
- C. Apabila *program* tidak dapat di *download* karena *serial port*, maka cek terlebih dahulu *serial* yang benar pada *device manager*. Lalu dalam *software* arduino untuk memilih *serial port*nya samakan dengan *serial port* untuk arduino dalam *device manager* tersebut. Untuk masuk ke *device manager* dapat masuk start windows – lalu ketika *device manager* klik dua kali dan masuk ke dan COM.

3.5 Setting Port Arduino UNO

Arduino Uno adalah sebuah board mikrokontroler didasarkan pada ATmega 328. Pada Sistem monitoring digunakan beberapa pin arduino UNO dengan rancangan sesuai pada Tabel 3.1.

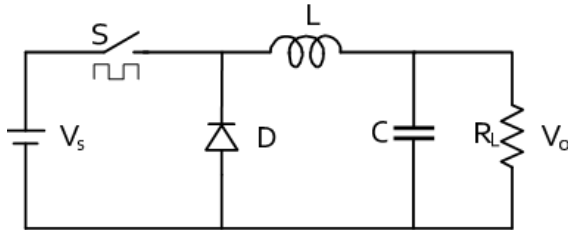
No.	Pin Arduino	Keterangan
1.	A0	Pin Sensor Tegangan Input
2.	A1	Pin Sensor Tegangan Output
3.	A2	Pin Analog Sensor Gas Hidrogen
4.	A3	Pin Sensor Arus Output
5.	2	Pin Sensor Suhu
6.	6	Pin Digital Sensor Gas Hidrogen
7.	11	Pin Trig Sensor Ultrasonik
8.	12	Pin Echo Sensor Ultrasonik
9.	SDA,SCL	LCD

Tabel 3.1 Konfigurasi Port Arduino UNO

3.6 Perancangan Buck converter

Buck converter merupakan salah satu jenis rangkaian elektronika daya dengan frekuensi tinggi. Rangkaian ini memiliki banyak kegunaan salah satunya adalah sebagai piranti *power supply*. Dimana konverter ini memiliki karakteristik dapat menurunkan tegangan DC tanpa membutuhkan trafo dengan cara mengatur *duty cycle* dari proses switching.

Dalam mendesain buck converter harus diperhatikan parameter-parameter seperti tegangan input, tegangan output, arus output yang diinginkan, frekuensi switching dan lain-lain Rangkaian buck converter ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.8 Rangkaian Buck Converter

Pada awal perencanaan nilai parameter yang ditetapkan sebagai berikut :

$V_{S(max)}$: 12 Volt
$V_{O(max)}$: 5.5 Volt
I_O	: 3 A
Switching Frequency	: 40 kHz

Dari data yang ditetapkan diatas, dapat dihitung nilai-nilai komponen yang digunakan, sebagai berikut :

a. Duty Cycle :

$$D = \frac{V_o}{V_s} = \frac{5.5}{12} = 0.46$$

b. Arus Rata-Rata :

$$I_{L(AVG)} = \frac{V_o}{R} = I_o = 3 A$$

c. Nilai Induktor :

$$L = \left(\frac{1}{f} \right) \times (V_{s(max)} - V_o) \times \left(\frac{V_o + V_f}{V_{s(max)} + V_f} \right) \times \left(\frac{1}{\Delta i_L} \right)$$

$$where : \Delta i_L = 0.2 \times i_{L(AVG)} = 0.2 \times 3 = 0.6 A \text{ and}$$

$$V_f = 1 \text{ volt}$$

$$L = \left(\frac{1}{40k} \right) \times (12 - 5.5) \times \left(\frac{5.5 + 1}{12 + 1} \right) \times \left(\frac{1}{0.6} \right) = 135 \mu H$$

d. Arus Maksimum Induktor :

$$i_{max} = i_{L(AVG)} + \frac{\Delta i_L}{2} = 3 + \frac{0.6}{2} = 3.3 \text{ A}$$

e. Perhitungan Nilai Capacitor :

Output Voltage Ripple :

$$\Delta V_o = \frac{\Delta Q}{C_o} = \frac{\Delta i_L \times T}{8 C_o}$$

$$\Delta V_o = \pm 0.1\% \times V_o = \pm 0.1\% \times 5.5 = 0.0055 \text{ volt}$$

Output Capacitance :

$$C_o = \frac{\Delta Q}{\Delta V_o} = \frac{\Delta i_L \times T}{8 \Delta V_o} = \frac{\Delta i_L}{8 \times f \times \Delta V_o} = \frac{0.6}{8 \times 40k \times 0.0055} = 340 \mu F$$

$$C_o = 360 \mu F$$

3.7 Perancangan Induktor

Pada perancangan *buck converter*, induktor berfungsi untuk menyimpan arus. Agar nilai induktor sesuai dengan perhitungan, maka induktor dibuat sendiri dengan cara melilitkan kawat pada inti toroid.

Untuk menentukan jumlah lilitan pada inti toroid dibutuhkan 45 lilitan untuk mendapatkan nilai induktansi 364.58 uH. Hasil tersebut hampir mendekati nilai yang diinginkan pada algoritma perhitungan nilai komponen *buck converter*.

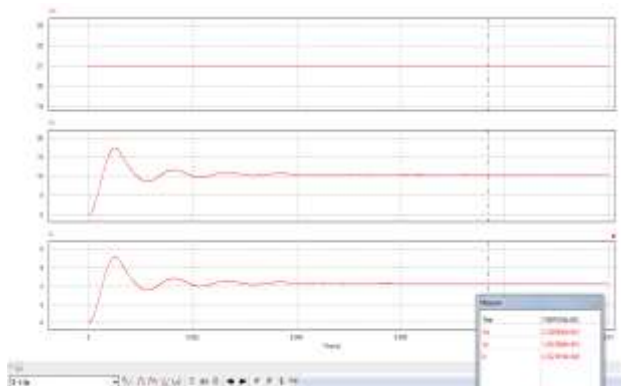
Gambar 3.9 Spesifikasi Inti Toroid

3.8 Simulasi Konverter Open Loop

Sebelum memulai pembuatan alat / *Buck Converter*, maka perlu

didesain atau disimulasikan terlebih dahulu. Dan dari desain *buck converter* di atas yang sudah diperhitungkan maka disimulasikan menggunakan software PSIM. Dengan memasukkan nilai-nilai dari perhitungan maka akan mendapatkan hasil yang diharapkan sesuai desain. Sehingga dari hasil data yang didapatkan dari simulasi bisa dibandingkan dengan data pengujian pada bab selanjutnya. Gambar 3.4 merupakan simulasi *buck converter* yang sudah didesain pada PSIM , sedangkan pada gambar 3.5 merupakan bentuk hasil *output* dari *buck converter*:

Gambar 3.10 Simulasi Rangkaian *Buck Converter* pada PSIM



Gambar 3.11 Hasil Gelombang Output dari Simulasi *BuckConverter* dengan Input 21 V dan *Duty Cycle* 50%

Dari simulasi yang telah dibuat menunjukkan bahwa design buck converter yang dibuat sudah sesuai dengan design perhitungan. Pada

simulasi tersebut digunakan duty cycle 50% dengan V_{in} 21 V. V_{out} yang dihasilkan oleh buck converter adalah 10.49 V dengan nilai arus output = 4.2 A. jika dibandingkan dengan perhitungan secara teori

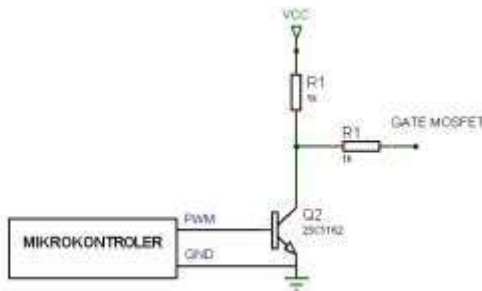
$$\begin{aligned} V_{out} &= V_{in} \times D \\ &= 21 \times 50\% \\ &= 10.5 \text{ V} \end{aligned}$$

Gambar 3.4 merupakan simulasi yang telah dibuat berdasarkan rangkaian yang didapatkan dari *literature* pada BAB II. Hasil gelombang output pada simulasi gambar 3.4 dapat dilihat pada gambar 3.5.

3.9 Perancangan Driver Mosfet

Driver mosfet yang digunakan yaitu . Transistor 2SC829 merupakan transistor yang berfungsi sebagai *switching mode buck*. Spesifikasi Transistor 2SC829 sebagai berikut :

- Collector to base voltage(V_{CBO}) : 30 V
- Collector to emitter voltage(V_{CEO}) : 20 V
- Emitter to base voltage(V_{EBO}) : 5 V
- Collector Current(I_c) : 30 mA



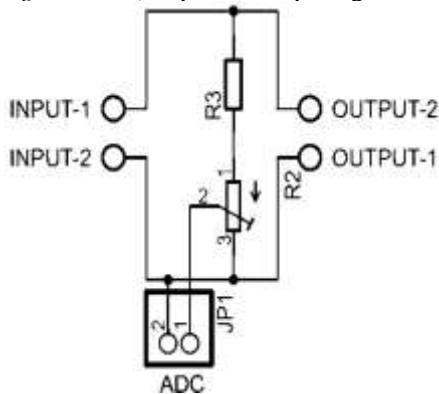
Gambar 3.12 Rangkaian Driver Mosfet Mode Buck

Kaki *collector* transistor 2CS829 disambungkan dengan gate IRF 4905, Emitter disambungkan pada ground, Base disambungkan pada pin pwm mikrokontroler.

3.10 Perancangan Rangkaian Sensor Tegangan

Sensor tegangan dapat dibuat dengan beberapa cara, seperti pemakaian trafo penurun tegangan, pembagi tegangan dengan resistor, dan lain sebagainya. Pemakaian pembagi tegangan dengan resistor dikarenakan tegangan yang diukur adalah tegangan DC dan tegangan yang diukur maksimal 21,6V sedangkan tegangan yang diperbolehkan masuk ke dalam ADC (*Analog to Digital Converter*) pada

mikrokontroler adalah 5V. Penentuan angka maksimal pada sensor tegangan ini berdasarkan tegangan keluaran dari *solar cell* dan memastikan agar keluaran dari sensor tegangan ini tidak lebih dari 5 V, sehingga mikrokontroler aman. Skematik dari rangkaian Pembagi Tegangan (*Voltage Divider*) dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.13 Skematik Pembagi Tegangan

Terdapat dua buah sensor tegangan yang akan digunakan, yaitu sensor tegangan input dan sensor tegangan output. Bentuk hardware rangkaian sensor tegangan yang digunakan menggunakan rangkaian pembagi tegangan dapat dilihat seperti pada gambar 3.7. Nilai pembagi tegangan tersebut dikonversi ke ADC dan nilai R_2 yang akan digunakan dihitung menggunakan rumus pembagi tegangan. Berikut penjelasan matematis dari desain sensor tegangan:

Perhitungan nilai resistor satu dan resistor dua adalah sebagai berikut :

Misalkan nilai $R_1 = 1K \text{ ohm}$; maka :

$$V_{out} = \frac{R_1}{R_2 + R_1} \times V_{in(max)}$$

$$5 = \frac{1000}{R_2 + 1000} \times 21 \text{ V}$$

$$\frac{5}{21} = \frac{1000}{R_2 + 1000}$$

$$\frac{1}{4,2} = \frac{1000}{R_2 + 1000}$$

$$R2 + 1000 = 4200$$

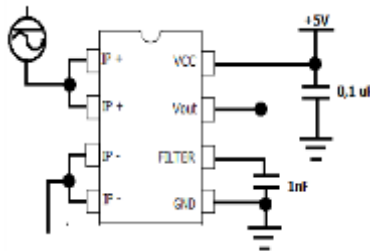
$$R2 = 4200 - 1000$$

$$R2 = 3200\Omega$$

Sehingga, resistor yang digunakan adalah R_1 sebesar $1K\Omega$ dan R_2 (menggunakan *multitune resistor*) sebesar $3,2K\Omega$, sehingga kapasitas *multitune resistor* yang digunakan adalah $10K\Omega$.

3.11 Perancangan Sensor Arus

Sensor arus pada Proyek Akhir digunakan untuk mengukur arus keluaran dari panel surya yang akan menuju masukan *Buck Converter* dan keluaran dari *Buck Converter* hasil masukan dan keluaran arus *Buck Converter* akan di sensing melalui *ADC microcontroller*, sehingga dapat mengetahui perubahan arus. Pada rangkaian sensor arus dapat dilihat seperti gambar 3.8, dimana terdapat *coupling* kapasitif yang dapat menghilangkan DC referensi dari sinyal output. Sensor arus yang digunakan yaitu ACS 712 dengan arus maksimal sebesar 20 ampere.



Gambar 3.14 Rangkaian Sensor Arus

Sensor arus yang digunakan terdapat dua buah sensor, dimana sensor arus input menggunakan sensor arus ACS 712 dengan kapasitas 20 A, karena berdasarkan pengukuran karakteristik *solar cell*, arus terbesar yang dihasilkan *solar cell* adalah sebesar 6.1 A, sehingga sensor arus input dari *solar cell* menuju *converter* menggunakan sensor ACS 712 berkapasitas 20A.

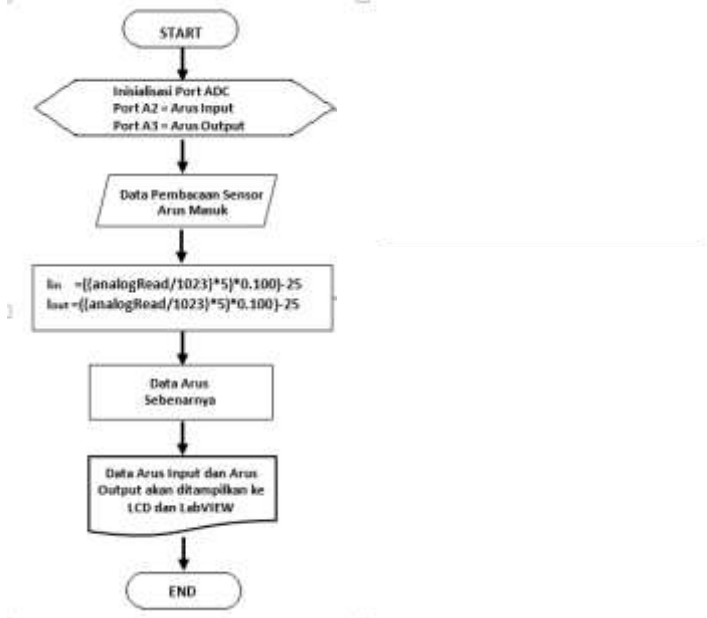
Pada sensor arus output juga sensor arus ACS 712 dengan kapasitas 20 A, hal ini karena arus output dari *converter* sama dengan nilai arus *charging* maksimal yaitu 6A seperti pada perencanaan sebelumnya. Selain itu, sensor arus output juga berfungsi untuk membaca arus *charging* yang digunakan untuk memutus *relay*. Gambar 3.9 merupakan bentuk fisik hardware dari sebuah sensor arus ACS 712 dengan kapasitas 20 A.



Gambar 3.15 Modul ACS 712 PWM

3.12 Perancangan Pembacaan Sensor

3.12.1 Flowchart Pembacaan Sensor Arus



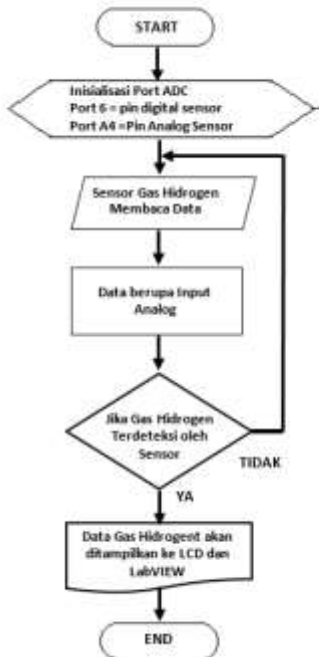
Gambar 3.16 Flowchart Pembacaan Sensor Arus

Penjelasan *flowchart* sebagai berikut:

1. *Start* adalah ketika program dimulai.
2. Inisialisasi Port ADC Mikrokontroler, sensor arus *input* dibaca di Port A2, sensor arus *output* dibaca di Port A3
3. Data yang masuk pada port ADC berupa tegangan. Ketika mendapat arus input 0 maka terbaca 2.5 Volt. Sensor Arus memiliki resolusi 100mV/Ampere

4. Data arus *input* dan arus *output* ditampilkan pada LCD dan LabVIEW.

3.12.2 Flowchart Pembacaan Sensor Gas Hidrogen (H₂)

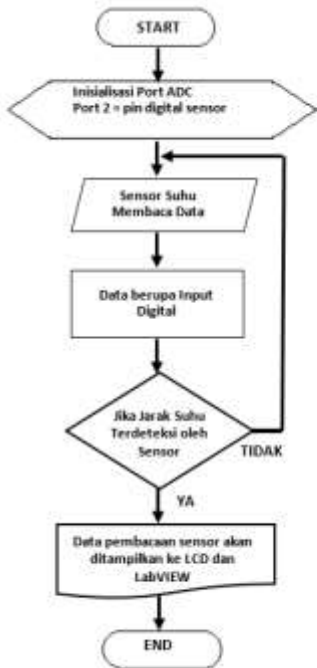


Gambar 3.17 Flowchart Pembacaan Sensor Gas H₂

Penjelasan *flowchart* sebagai berikut:

1. *Start* adalah ketika program dimulai.
2. Inisialisasi Port ADC Mikrokontroler, sensor gas hidrogen dibaca di Port 6 dan A4
3. Data yang masuk pada port ADC berupa tegangan. Ketika gas hidrogen terdeteksi oleh sensor maka proses pembacaan akan berlanjut jika tidak maka akan mengulang proses dari awal
4. Hasil pembacaan sensor akan ditampilkan pada LCD dan LabVIEW.

3.12.3 Flowchart Pembacaan Sensor Suhu



Gambar 3.18 Flowchart Pembacaan Sensor Suhu

Penjelasan *flowchart* sebagai berikut:

5. *Start* adalah ketika program dimulai.
6. Inisialisasi Port ADC Mikrokontroler, sensor gas hidrogen dibaca di Port 2
7. Data yang masuk pada port ADC berupa tegangan. Ketika suhu terdeteksi oleh sensor maka proses pembacaan akan berlanjut jika tidak maka akan mengulang proses dari awal
8. Hasil pembacaan sensor akan ditampilkan pada LCD dan LabVIEW.

3.12.4 Flowchart Pembacaan Sensor Jarak



Gambar 3.19 Flowchart Pembacaan Sensor Level Air

Penjelasan *flowchart* sebagai berikut:

1. *Start* adalah ketika program dimulai.
2. Inisialisasi Port ADC Mikrokontroler, sensor gas hidrogen dibaca di Port 11 dan 12
3. Data yang masuk pada port ADC berupa tegangan. Ketika jarak level air terdeteksi oleh sensor maka proses pembacaan akan berlanjut jika tidak maka akan mengulang proses dari awal
4. Hasil pembacaan sensor akan ditampilkan pada LCD dan LabVIEW.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB IV

HASIL SIMULASI DAN IMPLEMENTASI

Dalam bab ini akan dilakukan pengujian dan analisa sub-bagian pada sistem sesuai dengan perencanaan yang telah dilakukan pada bab III. Pengujian dimaksudkan untuk mendapatkan evaluasi terhadap keluaran dari rangkaian maupun sistem agar diperoleh kinerja yang sesuai dengan yang diharapkan. Adapun pengujian parsial yang dilakukan dalam tugas akhir ini, antara lain:

1. Pengujian Arduino UNO dengan Serial
2. Pengujian Elektrolisis Air
3. Pengujian *Buck Converter*
4. Pengujian PWM dan *Driver* MOSFET IRF4905
5. Pengujian Sensor Tegangan

4.1 Pengujian Arduino UNO dengan Serial Monitor

Adapun beberapa pengujian Arduino UNO dengan serial terhadap sensor sensor yang digunakan, yaitu sebagai berikut :

4.1.1 Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian ini dilakukan pada ruang elektrolisis yang belum diberi reaksi.

Program Pengujian :

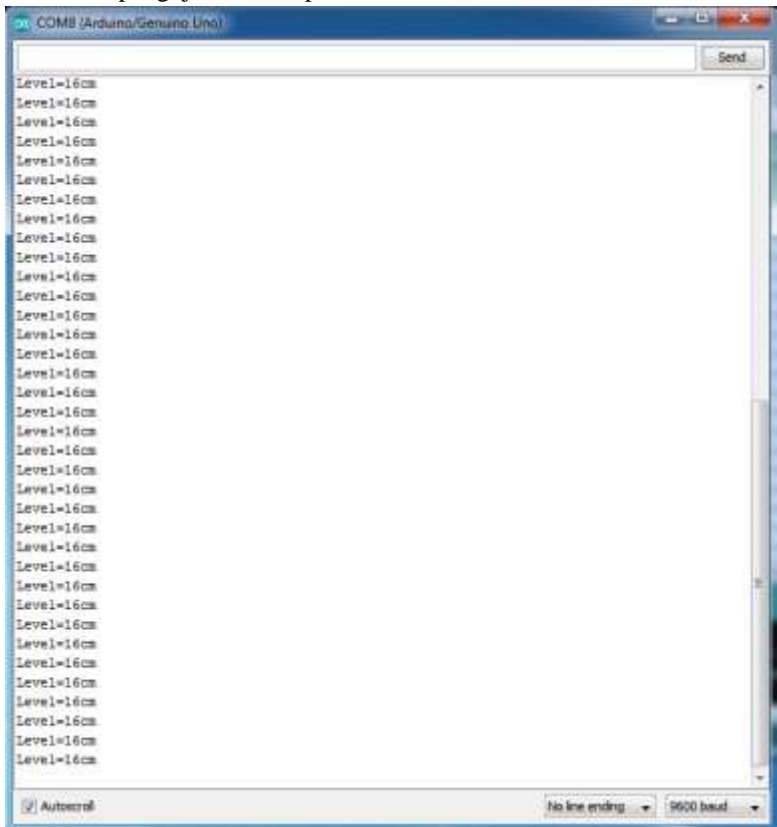
```
int trigPin = 11; //Trig - green jumper
int echoPin = 12; //Echo - yellow jumper
long duration, cm;

void setup() {
  //Serial Port begin
  Serial.begin(9600);
  //Define inputs and outputs
  pinMode(trigPin, OUTPUT);
  pinMode(echoPin, INPUT);
}

void loop() {
  // Sensor digici oleh pulsa HIGH dari 10us atau lebih.
  // Kirimkan pulsa LOW dahulu terlebih dahulu untuk memastikan pulsa HIGH berhasil.
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(5);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  // Baca sinyal dari sensor: pulsa HIGH yang
  // duration adalah waktu (dalam mikrodetik) dari pengiriman
  // Dari pang untuk pemecahan Echo off dari sebuah objek.
  pinMode(echoPin, INPUT);
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  // convert jarak kedalam cm dan meter
  cm = (duration/2) / 29.1;
  cm1 = 16 - cm;
  Serial.print(cm);
  Serial.print(" ");
  Serial.println();
  delay(250);
}
```

Gambar 4.1 Program Pengujian Sensor Gas Hidrogen

Data hasil pengujian sensor pada serial monitor:



Gambar 4.2 Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik pada Serial Monitor

4.1.2 Pengujian Sensor Gas Hidrogen

Pengujian ini dilakukan pada ruang elektrolisis yang belum diberi reaksi.

Program Pengujian :

```

void loop()
{
    Serial.print("");
    Serial.print(HQGetGasPercentage(HQRead(HQ_PIN)/R0, GAS_H2) );
    Serial.print(" ");
    Serial.print("\n");
    delay(200);
}

float HQResistanceCalculation(int raw_adc)
{
    return ( ((float)(R1_VALUE*(1023-raw_adc)/raw_adc)));
}

float HQCalibration()(int mq_pin)
{
    int i;
    float val=0;

    for (i=0; i<CALIBRATION_SAMPLE_TIMES; i++) {
        val += HQResistanceCalculation(analogRead(mq_pin));
        delay(CALIBRATION_SAMPLE_INTERVAL);
    }
    val = val/CALIBRATION_SAMPLE_TIMES;
    val = val/R0_CLEAN_AIR_FACTOR;
    //provided by R0_CLEAN_AIR_FACTOR yields the R0
    //according to the chart in the datasheet

    return val;
}

float HQRead(int mq_pin)
{
    int i;
    float rx=0;

    for (i=0; i<READ_SAMPLE_TIMES; i++) {
        rx += HQResistanceCalculation(analogRead(mq_pin));
        delay(READ_SAMPLE_INTERVAL);
    }

    rx = rx/READ_SAMPLE_TIMES;

    return rx;
}

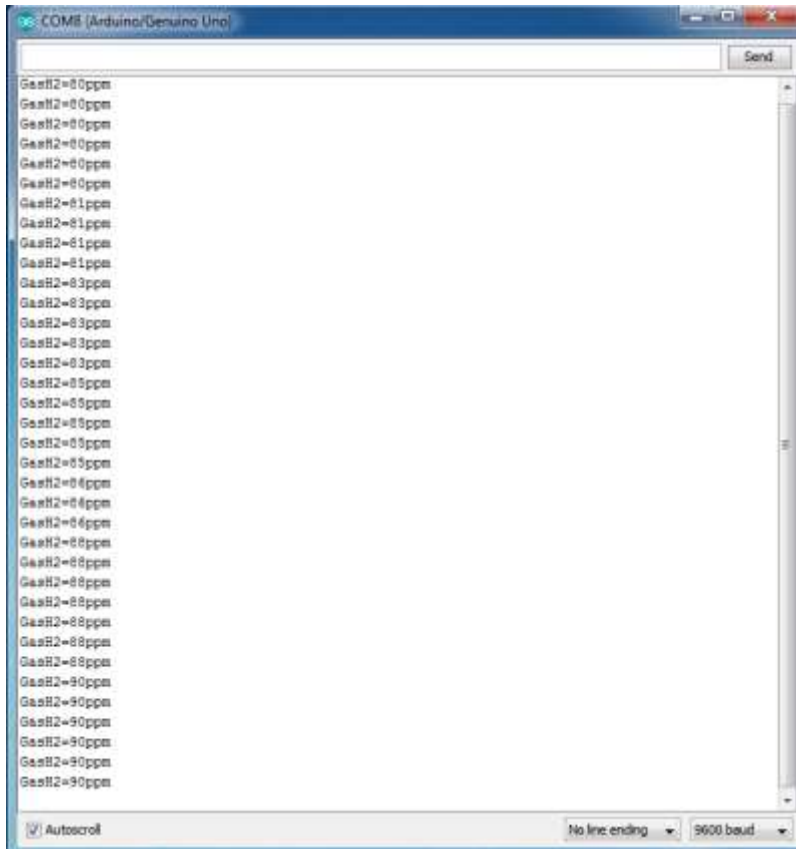
int HQGetGasPercentage(float rx_rx_ratio, int gas_id)
{
    if ( gas_id == GAS_H2 ) {
        return HQGetPercentage(rx_rx_ratio, H2Curve);
    }
    return 0;
}

int HQGetPercentage(float rx_rx_ratio, float *pcurve)
{
    return (pow(10, ( (log(rx_rx_ratio)-pcurve[1])/pcurve[2]) + pcurve[0])));
}

```

Gambar 4.3 Program Pengujian Sensor Gas Hidrogen

Data hasil Pengujian pada serial monitor




Gambar 4.4 Hasil Pngujian Sensor Gas Hidrogen pada Serial Monitor

4.1.3 Pengujian Sensor Suhu

Pengujian ini dilakukan pada ruang elektrolisis yang belum diberi reaksi

Program Pengujian :



```

DS18B20
const int PIN_2=2;

#include<Crystal.h>(PIN_2, PIN_1, PIN_10_4, PIN_DS_5, PIN_DS_6, PIN_DS_7);

// setup sensor
OneWire oneWire(ONE_WIRE_DS);

// berikan nama variabel, masukkan ke pustaka Dallas
DallasTemperature DS18B20(oneWire);

float suhuSekarang;
int suhu;

void setup(void)
{
  Serial.begin(9600);
  DS18B20.begin();
  pinMode(PIN_2,OUTPUT);
  lcd.begin(16,2);
}

void loop(void)
{
  suhuSekarang = ambilSuhu();
  Serial.println(suhu);
  delay(2000);
}

float ambilSuhu()
{
  DS18B20.requestTemperature(); // perintah untuk mendapatkan nilai suhu
  suhu = DS18B20.getTempCByIndex(0); // simpan nilai suhu dalam Celcius ke variabel "suhu"

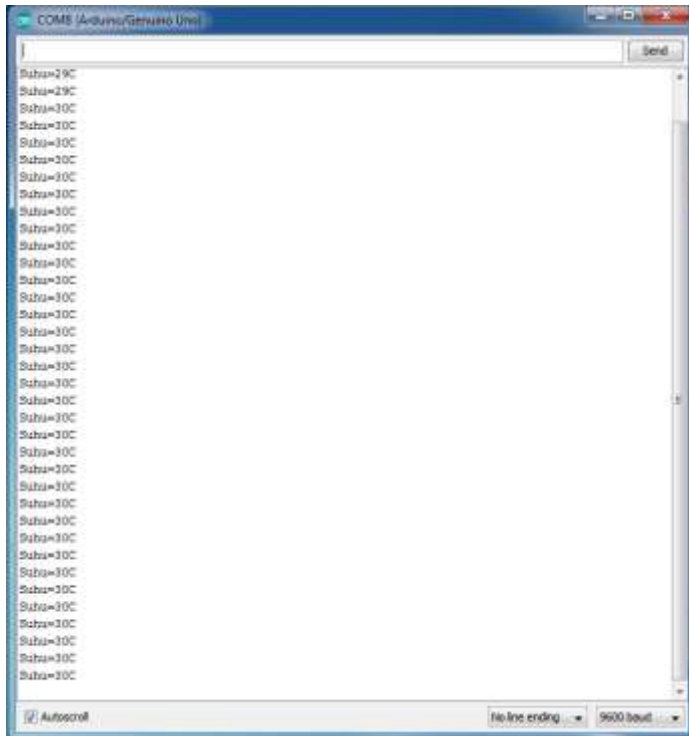
  // Menampilkan data suhu di LCD
  lcd.setCursor(0,1); // set lokasi untuk menampilkan tulisan
  lcd.print("Suhu: ");
  lcd.print(suhu);
  lcd.print((char)223); // menampilkan simbol derajat
  lcd.print("C");

  delay(1000); // update nilai suhu 1 detik sekali
}

```

Gambar 4.5 Program Pengujian Sensor Suhu

Data hasil pengujian pada serial monitor:



Gambar 4.6 Hasil Pengujian Sensor Suhu pada Serial Monitor

4.1.4 Pengujian Sensor Gabungan

Pengujian ini dilakukan pada ruang elektrolisis yang belum diberi reaksi.

Program pengujian:

The image shows a screenshot of the Arduino IDE interface. The menu bar at the top includes 'File', 'Edit', 'Sketch', 'Tools', and 'Help'. Below the menu bar is a toolbar with icons for opening, saving, and running. The main text area displays a C++ program. The program starts with a file name 'EDIT_FAFA_LCD_ON-OFF_NOTROUBLE'. It defines a 'loop()' function that checks for serial data. If data is available, it reads a byte and checks if it's '1'. If so, it sets a digital pin to HIGH; otherwise, it sets it to LOW. After the loop, it calls 'ambilSuhu()' which performs a series of digital writes to a pin with delays, calculates a pulse width, and then calculates a distance. Finally, it reads gas percentage from an MQ sensor and formats three data strings ('A', 'B', and 'C') which are then printed to the serial monitor.

```
File Edit Sketch Tools Help

EDIT_FAFA_LCD_ON-OFF_NOTROUBLE

void loop()
{
  if(Serial.available() > 0) {
    byte dataku = Serial.read();
    if( dataku == '1') {
      digitalWrite(13, HIGH);
    }
    else
      digitalWrite(13, LOW);
  }

  subuSekarang = ambilSuhu();
  digitalWrite(pin1, LOW);
  delayMicroseconds(5);
  digitalWrite(pin1, HIGH);
  delayMicroseconds(5);
  digitalWrite(pin1, LOW);
  delayMicroseconds(5);
  durasi = pulseIn(pin2, HIGH);
  jarak = (durasi / 2) / 29.1;
  jarak1 = 12 - jarak;

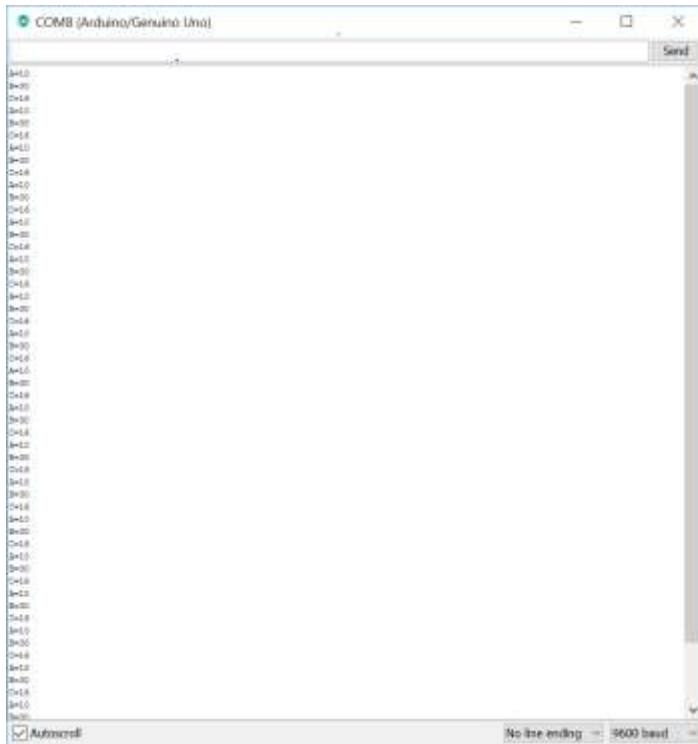
  String sensor1 = String(MQGetGasPercentage(MQRead(MQ_PIN) / Ro, GAS_M2));
  String sensor2 = String(subu);
  String sensor3 = String(jarak1);

  String data1 = String("A" + sensor1);
  String data2 = String("B" + sensor2);
  String data3 = String("C" + sensor3);

  Serial.println(data1);
  Serial.println(data2);
  Serial.println(data3);
}
```

Gambar 4.7 Program Pengujian Gabungan Ketiga Sensor

Data hasil pengujian pada serial monitor :



Gambar 4.8 Hasil Pengujian Keriga Sensor pada Serial Monitor

4.2 Pengujian Elektrolisis Air

4.2.1 Pengambilan Data Gas Hidrogen Menggunakan Power Supply

Pada pengambilan data ini dilakukan pengaturan arus yang berbeda, hal ini dilakukan untuk mengetahui besar arus yang tepat untuk mendapatkan hasil produksi yang optimal.

Berikut merupakan pengambilan data menggunakan Power Supply untuk menentukan besar arus yang tepat untuk menghasilkan gas yang optimal. Dibawah ini merupakan keterangan dari pambilan data.

Besar Arus (A)	Besar Tegangan (Volt)
1.00	1.3
2.00	2.2
3.00	5.1
4.00	6.7

5.00	7.6
------	-----

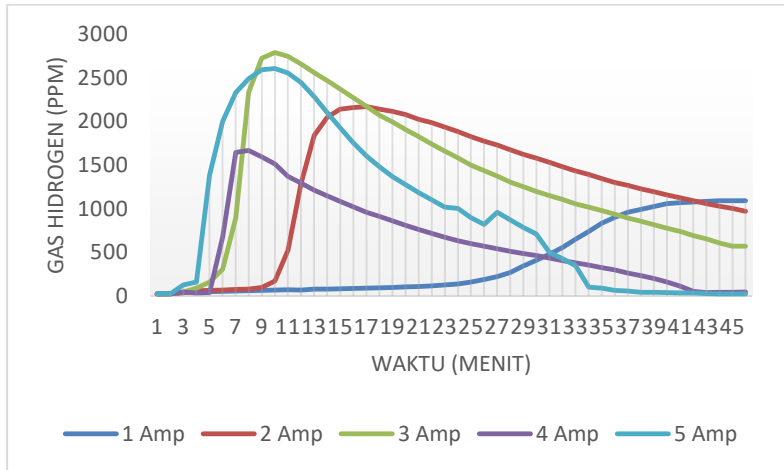
Tabel 4.1 Indikator Arus dan Tegangan

Dengan besar elektrolit yang sama yaitu 10 sendok makan, diperoleh hasil produksi gas hidrogen seperti grafik dan table dibawah ini :

Waktu (menit)	Gas Hidrogen yang Dihasilkan (ppm)				
	1 Amp	2 Amp	3 Amp	4 Amp	5 Amp
0	25	26	24	24	24
1	29	25	23	23	23
2	39	41	48	46	46
3	49	62	89	35	35
4	52	64	162	40	40
5	54	69	307	679	679
6	58	75	898	1644	1644
7	62	80	2332	1666	1666
8	66	98	2723	1593	1593
9	70	172	2789	1513	1513
10	73	523	2744	1370	1370
11	70	1289	2659	1295	1295
12	78	1841	2558	1212	1212
13	81	2049	2467	1147	1147
14	84	2139	2373	1083	1083
15	87	2158	2272	1022	1022
16	91	2169	2174	961	961
17	94	2141	2070	912	912
18	98	2115	1993	861	861
19	104	2078	1907	809	809
20	110	2024	1825	760	760
21	117	1986	1739	716	716
22	127	1934	1659	673	673
23	140	1883	1582	634	634

24	162	1825	1497	601	601
25	188	1772	1437	570	570
26	221	1728	1375	542	542
27	270	1674	1305	514	514
28	344	1623	1254	487	487
29	411	1580	1198	463	463
30	481	1532	1151	435	435
31	555	1482	1105	406	406
32	653	1433	1054	382	382
33	740	1391	1019	355	355
34	834	1344	978	326	326
35	902	1301	939	298	298
36	961	1269	894	264	264
37	994	1228	857	232	232
38	1027	1194	816	199	199
39	1059	1157	777	160	160
40	1070	1123	738	114	114
41	1077	1090	692	53	53
42	1085	1058	655	40	40
43	1092	1031	607	43	43
44	1092	1004	571	44	44
45	1092	970	571	45	45

Tabel 4.2 Hasil Pengambilan Data Besar Gas Hidrogen dengan Power Supply



Gambar 4.9 Grafik Hasil Pengambilan Data Besar Gas Hidrogen dengan Power Supply

Pengambilan data dilakukan selama 45 menit. **Gambar 4.1** menunjukkan hasil dari pengambilan data gas hidrogen yang diperoleh pada proses elektrolisis air. Dari hasil diatas, Pada maka ditentukan bahwa pada arus 3 A proses elektrolisis akan menghasilkan hasil gas yang optimal.

4.1.2 Pengambilan Data Keseluruhan Menguunakan Buck Converter

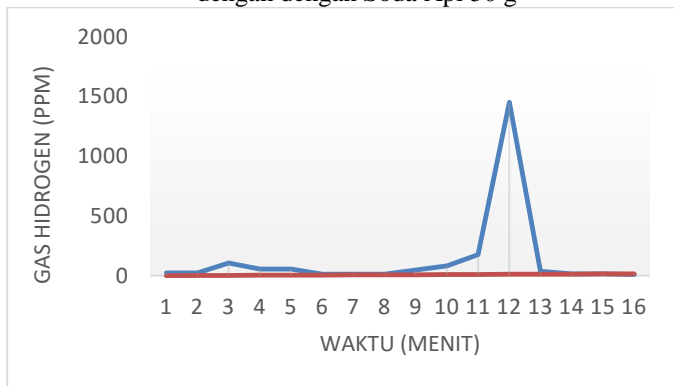
Pada pengambilan data ini dilakukan selama 15 menit dengan menggunakan buck converter sebagai control arus. Besar arus diatur stabil yaitu 3 A. Pengambilan data dilakukan dengan jumlah katalisator yang berbeda beda, yaitu :

4.1.2.1 Hasil Pengambilan Data Keseluruhan dengan Soda Api 50 g

Menit	Vin	Vout	Iout	Gas (PPM)	Suhu (°C)	Level (cm)
0	12	0	0.16	23	31	14
1	12	5.83	3.19	22	31	14
2	12	5.83	3.03	106	31	14
3	12	5.93	2.97	56	31	14
4	12	6.02	2.98	56	31	14

5	12	6.1	2.98	13	31	14
6	12	6.05	2.98	13	32	14
7	12	6.13	3.03	13	32	14
8	12	6.04	2.96	47	32	14
9	12	6.13	3.03	83	32	14
10	12	6.05	2.98	175	32	14
11	12	6.24	2.98	145	32	14
12	12	6.19	3.02	37	32	14
13	12	6.27	3	15	32	14
14	12	6.28	3	15	32	14
15	12	6.28	3	9	32	14

Tabel 4.3 Hasil Pengambilan Data Besar Gas Hidrogen dengan Soda Api 50 g



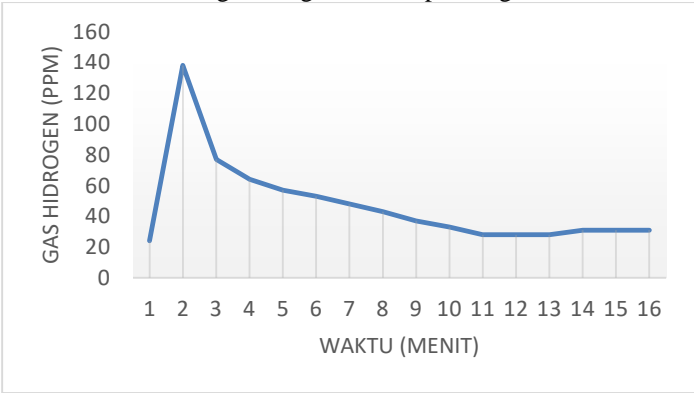
Gambar 4.10 Grafik Hasil Pengambilan Data Besar Gas Hidrogen dengan Soda Api 50 g

Pengmbilan data dilakukan selama 15 menit dengan menggunakan katalisator soda api seberat 50g. Tabel 4.2 merupakan hasil dari pengambilan data yang telah dilakukan. Pada penggunaan katalisator seberat 50 g ditunjukkan bahwa gas yang dihasilkan cenderung tidak stabil pada setiap menitnya.

4.1.2.2 Hasil Pengambilan Data Keseluruhan dengan Soda Api 100 g

Menit	Vin	Vout	Iout	Gas (ppm)	Suhu (C)	Level (cm)
0	12	5.52	0.14	24	31	14
1	12	4.96	3.05	138	31	14
2	12	4.39	3.03	77	32	14
3	12	4.38	3.04	64	32	14
4	12	4.44	2.96	57	32	14
5	12	4.52	3.01	53	32	14
6	12	4.57	2.96	48	32	14
7	12	4.56	2.92	43	32	14
8	12	4.38	3	37	32	14
9	12	4.63	3.05	33	33	14
10	12	4.64	3.02	28	33	14
11	12	4.62	3.02	28	33	14
12	12	4.62	2.98	28	33	14
13	12	4.68	3.02	31	33	14
14	12	4.66	3.04	31	33	14
15	12	4.66	3.04	31	33	14

Tabel 4.4 Hasil Pengambilan Data Besar Gas Hidrogen dengan Soda Api 100 g



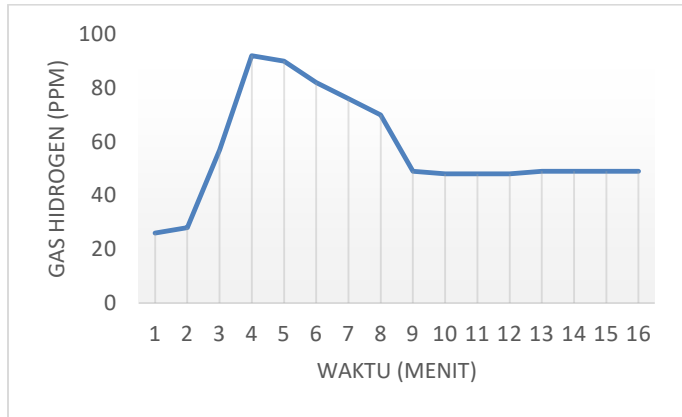
Gambar 4.11 Grafik Hasil Pengambilan Data Besar Gas Hidrogen dengan Soda Api 100 g

Pengambilan data dilakukan selama 15 menit dengan menggunakan katalisator soda api seberat 100g. Tabel 4.3 merupakan hasil dari pengambilan data yang telah dilakukan. Pada penggunaan katalisator seberat 100 g ditunjukkan bahwa gas yang dihasilkan mengalami peningkatan yang cenderung stabil dibandingkan dengan menggunakan katalisator seberat 50g. pada pengujian ini gas yang dihasilkan konstan pada 31 ppm pada menit ke 8 hingga menit terakhir.

4.1.2.3 Hasil Pengambilan Data Keseluruhan dengan Soda Api 150 g

Menit	Vin	Vout	Iout	Gas (ppm)	Suhu (C)	Level (cm)
0	12	5.52	0.14	26	32	14
1	12	4.96	3.05	28	32	14
2	12	4.39	3.03	57	32	14
3	12	4.38	3.04	92	32	14
4	12	4.44	2.96	90	32	14
5	12	4.52	3.01	82	32	14
6	12	4.57	2.96	76	32	14
7	12	4.56	2.92	70	32	14
8	12	4.38	3	49	32	14
9	12	4.63	3.05	48	32	14
10	12	4.64	3.02	48	32	14
11	12	4.62	3.02	48	32	14
12	12	4.62	2.98	49	32	14
13	12	4.68	3.02	49	32	14
14	12	4.66	3.04	49	33	14
15	12	3.03	3.04	49	33	14

Tabel 4.5 Hasil Pengambilan Data Besar Gas Hidrogen dengan dengan Soda Api 150 g

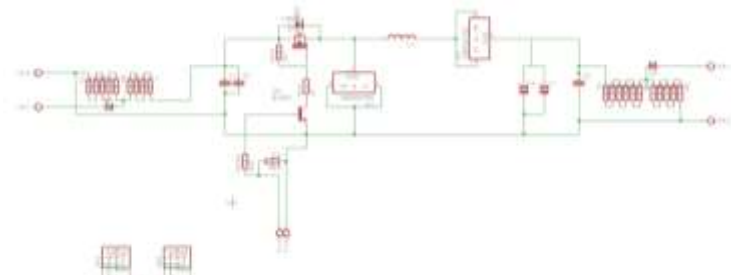


Gambar 4.12 Grafik Hasil Pengambilan Data Besar Gas Hidrogen dengan Soda Api 150 g

Pengambilan data dilakukan selama 15 menit dengan menggunakan katalisator soda api seberat 150g. Tabel 4.4 merupakan hasil dari pengambilan data yang telah dilakukan. Pada penggunaan katalisator seberat 150 g ditunjukkan bahwa gas yang dihasilkan mengalami peningkatan yang cenderung stabil dibandingkan dengan menggunakan katalisator seberat 50g ataupun 100g. Pada pengujian ini gas yang dihasilkan konstan pada 48 ppm pada menit ke 8 hingga menit terakhir.

4.2 Pengujian Buck Converter

Buck converter merupakan *step-down DC-DC converter*. Gambar 4.6 merupakan skematik dari rangkaian *Buck Converter* yang digunakan pada tugas akhir ini.



Gambar 4.13 Skematik Rangkaian *Buck Converter*

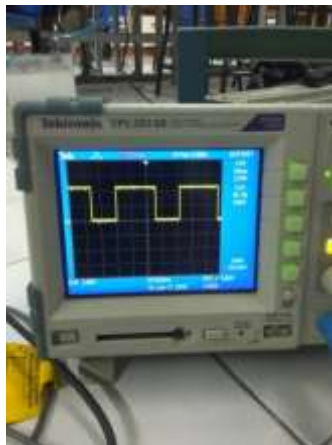
Hasil pengujian rangkaian *Buck Converter* dapat dilihat pada table 4.4 dimana pada percobaan diatur nilai tegangan input konstan dengan *duty cycle* berubah ubah. Pada pengujian rangkaian *Buck Converter* dapat dilihat bahwa rangkaian yang telah dibuat dapat menurunkan tegangan sesuai dengan nilai *duty cycle* yang diberikan.

Beban	DC(%)	Vin(V)	Iin(A)	Vout(V)	Iout(A)	Pin(P)	Pout(P)	Eff(%)
	20	12	0.11	2.4	0.24	1.32	0.57	43
	30	12	0.42	3.58	0.8	5.04	2.86	56
ELEKTROLISIS	40	12	0.88	4.79	1.4	10.56	6.7	63
AIR	50	12	1.47	5.97	2.02	17.64	12.05	68
	60	12	2.19	7.2	2.63	26.28	18.93	72
	70	12	2.93	8.4	3.16	35.16	26.54	75
	80	12	4.09	9.58	3.86	49.08	36.97	75

Tabel 4.6 Nilai Hasil Pengujian Buck Konverter

4.3 Pengujian PWM dan *Driver* MOSFET IRF4905

Pengujian sinyal PWM dilakukan untuk mengetahui keluaran sinyal PWM dengan frekuensi 12kHz dari mikrokontroler Arduino Uno sebelum masuk ke rangkaian *driver* MOSFET. Rangkaian *driver* MOSFET sendiri berfungsi untuk menaikkan nilai level tegangan sinyal PWM agar dapat mencatu kaki *gate* MOSFET **IRF4905**. Gambar sinyal keluaran PWM mikrokontroler dengan *duty cycle* 70% diperlihatkan pada gambar 4.1a dan sinyal pada kaki *gate* MOSFET dengan *duty cycle* 70% diperlihatkan pada gambar 4.7



Gambar 4.14 Pengujian Sinyal PWM

4.4 Pengujian Sensor Tegangan

Sensor tegangan dibangun dengan prinsip pembagi tegangan dari tegangan accu mobil maksimal 13V. Pembacaan tegangan maksimum 12 V dengan rangkaian pembagi tegangan mewakili tegangan maksimum inilah yang kemudian digunakan sebagai referensi pembacaan oleh mikrokontroler Arduino. Pada mikrokontroler, nilai yang masuk pada ADC kemudian ditampilkan kembali pada LCD sesuai tegangan yang masuk pada sensor tegangan. Pada table 4.5. merupakan table karakteristik sensor tegangan yang digunakan untuk tugas akhir ini.

DC(%)	Vin(V)	Vout(Praktek)	Vout(Teori)	Error(%)
20	12	2.4	2.4	0
30	12	3.58	3.6	0.5
40	12	4.79	4.8	0.2
50	12	5.97	6	0.16
60	12	7.2	7.2	0
70	12	8.4	8.4	0
80	12	9.58	9.6	0.2

Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Sensor Tegangan

Pada tabel 4.5 merupakan hasil pengukuran dari sensor tegangan yang di uji dengan duty cycle dari 20 sampai 80 persen. Dari hasil pengujian sensor tegangan bersifat linier.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

BAB V

PENUTUP

Bab penutup berisi tentang kesimpulan yang didapatkan selama proses pembuatan produksi gas hidrogen (H_2) yang dikontrol oleh Buck Converter beserta saran untuk perbaikan dan pengembangannya

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian alat proses produksi gas hidrogen (H_2) melalui elektrolisis yang dikontrol oleh Buck Converter, dapat diambil kesimpulan bahwa :

- Hasil dari proses produksi gas hidrogen dipengaruhi oleh besar arus yang diberikan.
- Pada saat diberikan arus sebesar 1A-2A, membutuhkan waktu sekitar 2-3 jam untuk menghasilkan gas hidrogen (H_2) dan gas hidrogen (H_2) yang dihasilkan sangat sedikit.
- Pada saat diberikan arus sebesar 3A, hasil produksi hanya memerlukan waktu 1-2 jam dan lebih banyak menghasilkan gas hidrogen (H_2).
- Pada saat diberikan arus sebesar 4A-5A, proses produksi tidak menghasilkan gas (H_2) melainkan uap air dikarenakan terlalu besar arus yang diberikan.
- Dari pengujian arus tersebut, buck converter berfungsi untuk menurunkan tegangan dari accu mobil 12V 35A ke 5,5V 3A dan menstabilkan ke 3A agar proses produksi menghasilkan gas hidrogen (H_2) yang stabil dan maksimal.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah perlu dilakukan pengujian tambahan mengenai kontrol arus agar arus dapat lebih stabil pada kondisi tertentu tanpa mengalami perubahan.

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Artanto, Dian, “**Interaksi Arduino dan LabVIEW**” Kompas Gramedia, Jakarta, 2012.
- [2] (en) Hydrogen Technologies
http://id.wikipedia.org/wiki/Elektrolisis_air
- [3] Sulton Ali, Muhammad, “**Hydro Fuel Cell (Kapal Bertenaga Gas HHO dengan Metode Elektrolisis Air untuk Efisiensi Bahan Bakar BBM yang Berguna bagi Kesejahteraan Nelayan Indonesia)**”, LKTI, Surabaya, 2014
- [3] <http://www.alldataheet.com>
- [4] Winoto, Ardi, “**Mikrokontroler AVR ATmega8/16/32/8535.**” Informatika, Bandung, 2008

-----Halaman ini sengaja dikosongkan-----

LAMPIRAN A
LISTING PROGRAM KESELURUHAN

```
#include <TFT.h>
#include <Wire.h>
#include <LCD.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <PWM.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F,2,1,0,4,5,6,7);
#define BACKLIGHT_PIN 13

#define MQ_PIN (2)
#define RL_V ALUE (6)
#define RO_CLEAN_AIR_FACTOR (9.21)
#define CALIBARAION_SAMPLE_TIMES (50)
#define CALIBRATION_SAMPLE_INTERVAL (500)
#define READ_SAMPLE_INTERVAL (50)
#define READ_SAMPLE_TIMES (5)
#define GAS_H2 (0)
#include <DallasTemperature.h>
#include <OneWire.h>
#define ONE_WIRE_BUS 2
int pin1=11;
int pin2=12;
long durasi,jarak;
float H2Curve[3] = {2.3, 0.93,-1.44};
float Ro = 10 ;
const int VoltInPin = A0;
const int VoltoutPin = A1;
const int currentoutPin = A3;
//const int currentInPin = A2;
float currentInValue = 0,currentoutValue = 0,VoltInValue =
0,VoltoutValue = 0;
float currentIn,currentout,VoltIn,VoltOut;
boolean charge= false;
```

```
int32_t frequency1 = 15000;
int pwm; // buck pwm
int cnt,i;
```

```
OneWire OneWire (ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature DS18B20(&OneWire);
```

```
float suhuSekarang;
int suhu;
int RL_VALUE=1;
String data1;
String data2;
String data3;
String data7;
String data8;
String data9;
String data123789;
```

```
byte efs[8] = {
0b000000,
0b011110,
0b10101,
0b00101,
0b00101,
0b00001,
0b00001,
0b00000
};
```

```
float ambilSuhu()
{
    DS18B20.requestTemperatures(); // perintah untuk mendapatkan
    nilai suhu
    suhu = DS18B20.getTempCByIndex(0); // simpan nilai suhu dalam
```

```

    Celcius ke variabel "suhu"
    delay(200);
}
float MQResistanceCalculation(int raw_adc)
{
    return ( ((float)RL_VALUE*(1023-raw_adc)/raw_adc));
}

float MQCalibration(int mq_pin)
{
    int i;
    float val=0;

    for (i=0;i<CALIBARAION_SAMPLE_TIMES;i++) {
        val += MQResistanceCalculation(analogRead(mq_pin));
        delay(CALIBRATION_SAMPLE_INTERVAL);
    }
    val = val/CALIBARAION_SAMPLE_TIMES;

    val = val/RO_CLEAN_AIR_FACTOR;

    return val;
}

float MQRead(int mq_pin)
{
    int i;
    float rs=0;

    for (i=0;i<READ_SAMPLE_TIMES;i++) {
        rs += MQResistanceCalculation(analogRead(mq_pin));
        delay(READ_SAMPLE_INTERVAL);
    }

    rs = rs/READ_SAMPLE_TIMES;

    return rs;
}

```

```

}

int MQGetGasPercentage(float rs_ro_ratio, int gas_id)
{
    if ( gas_id == GAS_H2) {
        return MQGetPercentage(rs_ro_ratio,H2Curve);
    }
    return 0;
}

int MQGetPercentage(float rs_ro_ratio, float *pcurve)
{
    return (pow(10,((log(rs_ro_ratio)-pcurve[1])/pcurve[2]) +
        pcurve[0])));
}

void setup()
{

//lcd.backlight();
    Serial.begin(9600);
    lcd.begin (20,4);
    lcd.setBacklightPin(3,POSITIVE); // BL, BL_POL
    Ro = MQCalibration(MQ_PIN);
    DS18B20.begin();
    pinMode(pin1,OUTPUT);
    pinMode(pin2,INPUT);
    InitTimersSafe();
    SetPinFrequencySafe(9, frequency1);
    lcd.createChar(1, efs);
    cnt=0;
    pwmWrite(9,20);
//    pinMode(5,OUTPUT);
}

void loop()
{

```

```

lcdonoff();

float currentoutnew=0,currentInnew=0,VoltInnew=0,Voltoutnew=0;
float currentIn=0,currentOut=0,VoltIn=0,Voltout=0;
for(i=1;i<30;i++)
{
    //InputVoltage
    VoltInValue = analogRead(VoltInPin);
    VoltIn=float (VoltInValue/1024*5*5.86);
    VoltInnew=VoltInnew+VoltIn;

    //OutputVoltage
    VoltoutValue = analogRead(VoltoutPin);
    Voltout=float (VoltoutValue/1024*5*3.39);
    Voltoutnew=Voltoutnew+Voltout;

    if(Voltoutnew<0.04)
    {
        lcd.setCursor(0,2);
        lcd.print("Vo=0");
    }
    else if(Voltoutnew>0.04)
    {
        Voltoutnew=Voltoutnew+Voltout;
    }

    // //inputcurrent
    // currentInValue = analogRead(currentInPin);
    // currentIn=float((((currentInValue/1024)*5)-2.43)*10);
    // currentInnew=(currentInnew+currentIn);

    //outputcurrent
    currentoutValue = analogRead(currentoutPin);
    currentout=float((((currentoutValue/1024)*5)-2.45)*10);
    currentoutnew=currentoutnew+currentout;
    delay(10);
}

```

```
currentInnew=currentInnew/30;
currentoutnew=currentoutnew/30;
VoltInnew=VoltInnew/30;
Voltoutnew=Voltoutnew/30;
```

```
if(currentoutnew<3)
{
    pwm++;
}
else if(currentoutnew>3)
{
    pwm--;
}
```

```
if(pwm>=255) pwm=240;
else if (pwm<=20) pwm=20;
```

```
pwmWrite(9,pwm);
```

```
    suhuSekarang = ambilSuhu();
    digitalWrite(pin1,LOW);
    delayMicroseconds(8);
    digitalWrite(pin1,HIGH);
    delayMicroseconds(8);
    digitalWrite(pin1,LOW);
    delayMicroseconds(8);
    durasi=pulseIn(pin2,HIGH);
    jarak=(durasi/2)/29.1;
    jarak=16-jarak;
```

```
// Serial.print(VoltInnew);
// Serial.print("\t");
// Serial.print(Voltoutnew);
// Serial.print("\t");
// Serial.print(currentInnew);
// Serial.print("\t");
// Serial.print(currentoutnew);
// Serial.print("\t");
```

```

// Serial.println(pwm);

String
  data1=String(MQGetGasPercentage(MQRead(MQ_PIN)/Ro,GAS_
  H2));
String data2=String(suhu);
String data3=String(jarak);
String data7=String(VoltInnew);
String data8=String(Voltoutnew);
String data9=String(currentoutnew);

String apwg1 = String("A" + data1);
String apwg2 = String("B" + data2);
String apwg3 = String("C" + data3);
String apwg7 = String("D" + data7);
String apwg8 = String("E" + data8);
String apwg9 = String("F" + data9);

Serial.println(apwg1);
Serial.println(apwg2);
Serial.println(apwg3);
Serial.println(apwg7);
Serial.println(apwg8);
Serial.println(apwg9);

lcd.clear();
lcd.setCursor(4,0);
lcd.print("GAS HIDROGEN");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Vin=");
lcd.print(data7);
lcd.print( "V" );
lcd.setCursor(0,2);
lcd.print("Vo=");
lcd.print(data8);
lcd.print( "V" );

```

```

    lcd.setCursor(0,3);
    lcd.print("Io=");
    lcd.print(data9);
    lcd.print( "A" );
    lcd.setCursor(11,1);
    lcd.print("H2=");
    lcd.print(data1);
    lcd.print( "ppm" );
    lcd.setCursor(11,2);
    lcd.print("Lvl=");
    lcd.print(data3);
    // lcd.print( "cm" );
    lcd.setCursor(11,3);
    lcd.print("T=");
    lcd.print(data2);
    lcd.print( "C" );
    delay(1000);

```

```

}

```

```

void lcdonoff(){
    if(Serial.available()>0){
        byte dataku=Serial.read();
        if( dataku=='1'){
            lcd.backlight(), lcd.display(); }
        else{
            lcd.noBacklight(), lcd.noDisplay();
        }
    }
}

```


LAMPIRAN B

TAMPILAN ALAT KESELURUHAN

B.1 Pengambilan Data Proses Produksi Gas Hidrogen Dengan Power Supply



B.2 Pengambilan Data Proses Produksi Gas Hidrogen dengan Buck Converter



LAMPIRAN C DATASHEET

C.1 Datasheet MQ8

TECHNICAL DATA

MQ-8 GAS SENSOR

FEATURES

- * High sensitivity to Hydrogen (H_2)
- * Small sensitivity to alcohol, LPG,cooking fumes
- * Stable and long life

APPLICATION

They are used in gas leakage detecting equipments in family and industry, are suitable for detecting of Hydrogen (H_2), avoid the noise of alcohol and cooking fumes, LPG,CO.

SPECIFICATIONS

A. Standard work condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
V_c	Circuit voltage	$5V \pm 0.1$	AC OR DC
V_H	Heating voltage	$5V \pm 0.1$	ACOR DC
P_i	Load resistance	$10K \Omega$	
R_H	Heater resistance	$31 \pm 5\%$	Room Tem
P_H	Heating consumption	less than 800mW	

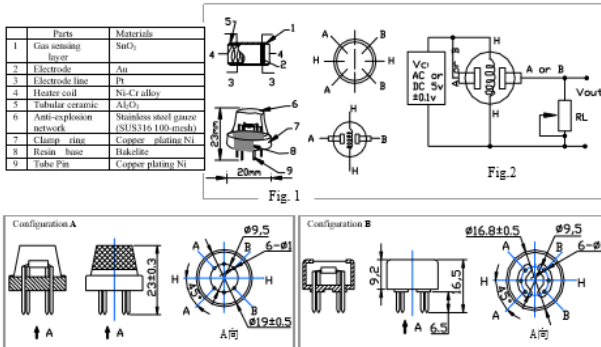
B. Environment condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
T_{ao}	Using Tem	$-10^\circ C - 50^\circ C$	
T_{as}	Storage Tem	$-20^\circ C - 70^\circ C$	
R_H	Related humidity	less than 95%RH	
O_2	Oxygen concentration	21%(standard condition)Oxygen concentration can affect sensitivity	minimum value is over 2%

C. Sensitivity characteristic

Symbol	Parameter name	Technical parameter	Remark 2
R_s	Sensing Resistance	$10K \Omega - 60K \Omega$ (1000ppm H_2)	Detecting concentration scope. 100-10000ppm Hydrogen (H_2)
α (1000ppm/500ppm H_2)	Concentration slope rate	≤ 0.6	
Standard detecting condition	Temp: $20^\circ C \pm 2^\circ C$ Humidity: $65\% \pm 5\%$	$V_c: 5V \pm 0.1$ $V_H: 5V \pm 0.1$	
Preheat time	Over 24 hour		

D. Structure and configuration, basic measuring circuit



C.2 Datasheet DS18B20



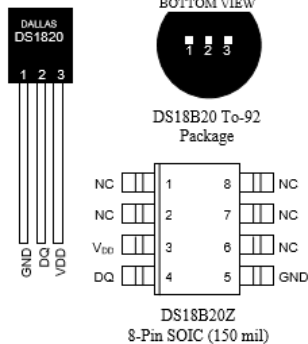
www.dallassemi.com

DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire® Digital Thermometer

FEATURES

- Unique 1-Wire interface requires only one port pin for communication
- Multidrop capability simplifies distributed temperature sensing applications
- Requires no external components
- Can be powered from data line. Power supply range is 3.0V to 5.5V
- Zero standby power required
- Measures temperatures from -55°C to +125°C. Fahrenheit equivalent is -67°F to +257°F
- $\pm 0.5^\circ\text{C}$ accuracy from -10°C to $+85^\circ\text{C}$
- Thermometer resolution is programmable from 9 to 12 bits
- Converts 12-bit temperature to digital word in 750 ms (max.)
- User-definable, nonvolatile temperature alarm settings
- Alarm search command identifies and addresses devices whose temperature is outside of programmed limits (temperature alarm condition)
- Applications include thermostatic controls, industrial systems, consumer products, thermometers, or any thermally sensitive system

PIN ASSIGNMENT



PIN DESCRIPTION

- GND - Ground
- DQ - Data In/Out
- V_{DD} - Power Supply Voltage
- NC - No Connect

C.3 Datasheet HC-SR04

Electric Parameter

Working Voltage	DC 5 V
Working Current	15mA
Working Frequency	40Hz
Max Range	4m
Min Range	2cm
Measuring Angle	15 degree
Trigger Input Signal	10uS TTL pulse
Echo Output Signal	Input TTL lever signal and the range in proportion
Dimension	45*20*15mm

C.4 Datasheet IRF4905

International
IR Rectifier

PD-91280D

IRF4905

HEXFET® Power MOSFET

- Advanced Process Technology
- Ultra Low On-Resistance
- Dynamic dv/dt Rating
- 175°C Operating Temperature
- Fast Switching
- P-Channel
- Fully Avalanche Rated

Description

Fifth Generation HEXFETs from International Rectifier utilize advanced processing techniques to achieve extremely low on-resistance per silicon area. This benefit, combined with the fast switching speed and ruggedized device design that HEXFET Power MOSFETs are well known for, provides the designer with an extremely efficient and reliable device for use in a wide variety of applications.

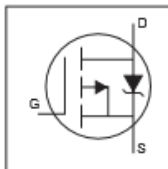
The TO-220 package is universally preferred for all commercial-industrial applications at power dissipation levels to approximately 50 watts. The low thermal resistance and low package cost of the TO-220 contribute to its wide acceptance throughout the industry.

Absolute Maximum Ratings

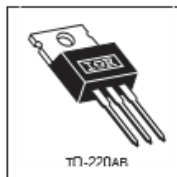
	Parameter	Max.	Units
$I_D @ T_C = 25^\circ\text{C}$	Continuous Drain Current, $V_{GS} @ -10\text{V}$	-74	A
$I_D @ T_C = 100^\circ\text{C}$	Continuous Drain Current, $V_{GS} @ -10\text{V}$	-52	
I_{DM}	Pulsed Drain Current Φ	-260	
$P_D @ T_C = 25^\circ\text{C}$	Power Dissipation	200	W
	Linear Derating Factor	1.3	W/°C
V_{GS}	Gate-to-Source Voltage	± 20	V
E_{AS}	Single Pulse Avalanche Energy Φ	930	mJ
I_{AR}	Avalanche Current Φ	-38	A
E_{AR}	Repetitive Avalanche Energy Φ	20	mJ
dv/dt	Peak Diode Recovery dv/dt Φ	-5.0	V/ns
T_J	Operating Junction and Storage Temperature Range	-55 to +175	°C
T_{STG}	Soldering Temperature, for 10 seconds	300 (1.6mm from case)	
	Mounting torque, 6-32 or M3 screw	10 lbf-in (1.1N-m)	

Thermal Resistance

	Parameter	Typ.	Max.	Units
$R_{\theta JC}$	Junction-to-Case	—	0.75	°C/W
$R_{\theta CS}$	Case-to-Sink, Flat, Greased Surface	0.50	—	
$R_{\theta JA}$	Junction-to-Ambient	—	62	



$V_{DS} = -55\text{V}$
$R_{DS(on)} = 0.025\Omega$
$I_D = -74\text{A}$



TO-220PAA

05/24/07

C.5 Datasheet MBR30100



**MBR30100CT
MBRB30100CT
MBR30100CT-1**

Technical Data
Data Sheet N0039, Rev. B

Green Products

MBR30100CT / MBRB30100CT / MBR30100CT-1 SCHOTTKY RECTIFIER

Applications:

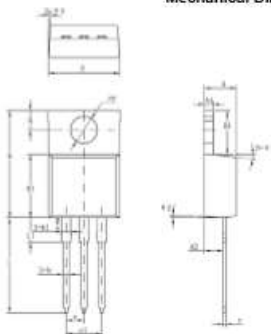
- Switching power supply
- Converters
- Free-Wheeling diodes
- Reverse battery protection

Features:

- 150 °C T_J operation
- Center tap configuration
- Low forward voltage drop
- High purity, high temperature epoxy encapsulation for enhanced mechanical strength and moisture resistance
- High frequency operation
- Guard ring for enhanced ruggedness and long term reliability
- This is a Pb - Free Device
- All SMC parts are traceable to the wafer lot
- Additional testing can be offered upon request

Case styles		
MBR30100CT	MBRB30100CT	MBR30100CT-1
		
TO-220AB	D²PAK	TO-262

Mechanical Dimensions: In Inches / mm



TO-220AB

Symbol	Dimensions in millimeters		
	Min	Typical	Max
A	4.42	4.57	4.72
A1	1.17	1.27	1.37
A2	2.50	2.69	2.89
b	0.71	0.81	0.96
b1		1.27	
c	0.36	0.38	0.61
D	14.84	15.24	15.54
D1	8.85	9.00	9.15
E	10.01	10.16	10.31
e		2.54	
e1		5.08	
H1	6.04	6.24	6.44
L	12.7	13.56	13.78
L1		3.5	
ΦP	3.74	3.84	4.04
Q	2.54	2.74	2.94
Q1		3"	
Q2		3"	
Q3		4"	

DAFTAR RIWAYAT PENULIS



Nama : Anton Putra Widyatama
TTL : Madiun, 27 Oktober 1995
Jenis Kelamin : Laki Laki
Agama : Islam
Alamat : Jalan Slamet Riyadi 47
Madiun
Telp/HP : 085 749 147 988
Email : antonwidyatama2@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN :

1. 2002-2008 : SDN Oro-Oro Ombo Madiun
2. 2008-2011 : SMPN 1 Madiun
3. 2011-2014 : SMAN 1 Madiun
4. 2014-2017 : D3 Teknik Elektro Otomasi, Program Studi Elektro Industri, Fakultas Vokasi, ITS

PENGALAMAN KERJA :

1. Kerja Praktek PT INKA Madiun
2. Kerja Praktek PT Indonesia Power Sub Unit PLTA Kedung Ombo, Grobogan

PENGALAMAN ORGANISARI

1. Kabiro Departemen KASTRAT HIMAD3TEKTRO 2016/2017